



Leopolds Freyh. von Apfaltern

Abhandlung

von dem

Drucke der Gewölber

auf

ihre Seitenmauern.

R

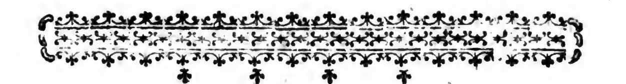


Wien,

gedruckt bey Johann Thomas Edlen v. Trattnern, k. k. Hofbuchdruckern und Buchhändlern.

1782.

Quand on eſt accoûtumé d'agir ſelon les principes des Mathematiques, on ſe fait aiſément des difficultés: à moins que l'evidence ne regne dans tout ce que l'on nous donne pour juſte, l'eſprit n'eſt point ſatisfait, & ce qui paroît indubitable aux yeux de tout le monde, donne ſouvent de grands ſujets d'inquietude aux Géometres. *Belidor la Science des Ingenieurs.*



Vorbericht.

Meine Hochachtung für **Belidorn** ist gränzenlos, einen Mann, der Einsicht und Herz genug hatte die Baukunst durch glückliche Anwendungen der Algebra, Geometrie und Mechanik auf einen Grad der Gewißheit bringen zu wollen, den sie von den Händen so vortrefflicher Meister, die sie seit Jahrhunderten bearbeiten, vergebens hoffete; weil tausend geschickte Hände nicht einen einzigen guten Kopf ausmachen. Diese Hochachtung geht jedoch nicht bis zur Verblendung. Es mögen einige noch so vortheilhaft von Belidors Mecanique des voûtes urtheilen, so finde ich sie doch nicht sattsam gegründet. Die ganze Theorie davon bezieht sich auf diese Hypothese: daß

man nur die obere Hälfte des Gewölbes als einen Keil betrachten müsse, der vermög seiner Schwere die Seitenmauern auseinander treibt. Ich nenne es eine Hypothese, und glaube dem Kinde seinen rechten Namen gegeben zu haben; denn die Beobachtung, die Belidor zum Grunde dieses Satzes anführt, daß nämlich das Gewölb, wenn die Seitenmauern seinem Drucke zu widerstehen nicht stark genug sind, berste um die Gegend, die ungefähr vom untersten und höchsten Theile des Gewölbes, das ist vom Kämpfer und dem Schlußsteine, gleich weit absteht, diese Beobachtung, sage ich, ist weder so allgemein, noch so genau und bestimmt, daß man daraus diesen Grundsatz ohne Bedenken sollte folgern können. Vielleicht ist sie nicht einmal entscheidend in Absicht auf diesen Schluß; denn warum sollte man nicht mit gutem Grunde sagen können, daß die wirkliche Schwere aller Bestandtheile, die, vom Kämpfer an gerechnet, ungefähr den vierten Theil des Gewölbes ausmachten, in diesem oder jenem Falle, wo die Seitenmauern dem Drucke des Gewölbes nachgeben mußten, kaum hinreichend war, ihre Verbindung untereinander, die nur vom Mörtel herkömmt, zu zerreissen; gälte nun dieses, so würde man das um die Lenden geborstene Gewölb nicht sowohl auf Rechnung des oben vordringenden

Keiles,

Keiles, als der beyderseits weichenden Seitenmauern, und der mit ihnen hingezogenen Stücke des Gewölbes schreiben müssen. Endlich ist dieser Grundsatz, wenn er auch in einer Art von Gewölbern seine Richtigkeit hätte, gewiß nicht auf alle Arten ohne Unterschied anzuwenden, so wie es Belidor thut; noch weniger aber findet er Statt bey Gewölbern, oder gewölbten Bögen, die von darüber aufgeführten Mauern beschwert werden. Allein Belidor, der sich einmal diese Hypothese erlaubt hat, will sie durchgehends anbringen, ohne zu bedenken, daß sich die beste Hypothese mit der Strenge der Geometrie sehr übel verträgt, und noch viel übler eine Hypothese, die nicht einmal das unläugbare Gepräge der Wahrscheinlichkeit hat. So sieht es mit dem Grunde der belidorischen Theorie aus; aber auch einzelne Stücke sind, so wie das Ganze, von geometrischen Unrichtigkeiten gar nicht befreyt: z. B. Belidor will die Richtung des Drucks, den der Keil FD (1. Fig. beym Belidor 7. Fig.) auf die schiefe Fläche FA ausübet, durch die senkrechte Linie LO bestimmen, die aus der Mitte der Fuge FC aufgerichtet wird, da doch diese Richtung seinen Grundsätzen * zu Folge, durch die senkrechte

* Siehe das erste Kapitel: Où l'on enseigne comme se fait la poussée des Voûtes.

Linie, die aus dem Schwerepunkte X auf FA herunter gelassen wird, bestimmet werden soll; diese senkrechte Linie nun, weit gefehlt daß sie auf die Mitte der Fuge FC fallen sollte, fällt, wenigstens in einem halbzirkelförmigen Gewölbe, so weit hinein, daß der Punkt, worauf sie fällt, wenn wir mit Belidorn annehmen, daß CA 12 Schuh und FC 3 beträgt, von A nur 11 Schuh 3 Zoll entfernet ist. * Man sollte es kaum glauben, wie ageo=

---

* Der Schwerepunkt des Sectors FAG, des Sectors CAD, und endlich auch des Stücks FCDG vom Zirkelringe liegen in dem Halbmesser, der den Winkel FAG in zween gleiche Theile zerschneidet. Der Abstand des erstern von A ist $\frac{2}{3}\text{AF}.\frac{\text{sin}.45^\circ}{45^\circ}$, des zweyten $\frac{2}{3}\text{AC}.\frac{\text{sin}.45^\circ}{45^\circ}$. Um den Abstand des dritten zu finden, müssen wir vor Allem den Innhalt von FCDG finden, er ist $\frac{\text{FG}.\text{FA}}{2} - \frac{\text{CD}.\text{CA}}{2} = \frac{\overline{\text{FG}+\text{CD}}.\text{FC}}{2}$. Wie weit der Schwerepunkt des Stückes FCDG vom Schwerepunkte des ganzen Sectors FAG entfernt sey, giebt folgende Proportion: $\frac{\overline{\text{FG}+\text{CD}}.\text{FC}}{2} : \frac{\text{CD}.\text{CA}}{2} = \frac{2}{3}\text{FC}.\frac{\text{sin}.45^\circ}{45^\circ} : \frac{2}{3}.\frac{\text{CD}.\text{CA}}{\text{FG}+\text{CD}}.\frac{\text{sin}.45^\circ}{45^\circ}$. Wenn wir nun den Ab=

stand

ageometrisch Belidor den Druck eines elliptischen Gewölbes auf seine Seitenmauer bestimme. Er, der es nicht haben will, daß man gedrückte Gewölber aus Zirkelstücken zusammen setze, begnügt sich durchgehends mit einem sehr unrichtigen Beynahe, und scheint sogar in dem irrigen Wahne zu seyn, daß ein Gewölb, dessen äußere sowohl, als innere Krümmung ähnliche und concentrische Ellipsen sind, durchaus einerley Dicke habe, da es doch offenbar ist, daß sich die Dicke eines solchen Gewölbes beym Kämpfer, zur Dicke beym Schlußsteine verhalten würde, so wie sich die grössere Achse der Ellipsen zur kleinern verhält. Ich könnte

---

stand des Schwerepunkts des ganzen Sectors von A hinzusetzen, so wird der Abstand des Schwerepunkts des Stückes FCDG von A seyn $\frac{2}{3} \cdot \frac{\overline{CD \cdot CA}}{FG + CD} + AF$.

$\frac{\sin. 45^\circ}{45^\circ} = \frac{2}{3} \cdot \frac{CD \cdot \overline{2CA + CF} + FG \cdot AF}{FG + CD}$.

$\frac{\sin. 45^\circ}{45^\circ} = XA$. Endlich werden wir haben, wenn wir den ganzen Sinus r nennen, $r : \cos. 22^\circ\, 30' = XA : L'A$. Nun kömmt es nur noch darauf an, daß man $CA = 12$ Schuh, und $FC = 3$ mache, so wird sichs finden, daß $L'A = 11$ Schuh 3 Zoll.

noch einen oder andern geometrischen Schnitzer rügen, darüber Belidor ganz getrost hinausgeht; allein meine Absicht ist nicht hier eine Recension seiner Mecanique des voûtes zu machen, nein, ich will mich nur gegen das Publikum rechtfertigen, daß ichs auf mich nahm einen Stoff abzuhandeln, den, wie vielleicht noch einige dafür halten, Belidor bereits ganz erschöpft hat, und ich schmeichle mir, daß Leser, die Belidorn mit durchforschendem Auge gelesen, und eine elende Buchstabenrechnung nicht als das Siegel der Unfehlbarkeit ehrfurchtsvoll angesehen haben, diesen Stoff noch immer neu finden, und den Druck der Gewölber auf ihre Seitenmauern als eine Aufgabe, die noch aufzulösen ist, betrachten werden. Diese Aufgabe nun ist der Gegenstand gegenwärtiger Abhandlung: ich werde sie so aufzulösen suchen, daß keine Hypothese dabey Statt haben soll, die Forderungen allein ausgenommen, die wir mit Belidorn voraussetzen werden. Dieser wird der Vorzug meiner Theorie vor der belidorischen seyn. Hernach werde ich meine Auflösung auf die besondern Fälle, die Belidor berechnet, anwenden, und der Unterschied, der sich in dem Resultate meiner und seiner Rechnungen zeigen wird, wird es vollends darthun, wie schwankend Belidors Theorie sey.

Ehe

Ehe wir von der Sache zu handeln anfangen, wollen wir mit Belidorn S. 12. drey Forderungen voraussetzen, sie sind von so einer Art, daß man keinen Augenblick anstehen wird sie zuzugeben.

Erste Forderung. Man muß eine Mauer betrachten, als wenn sie auf unbeweglichen Grundfesten ruhete, so daß, wenn eine Kraft auf sie drückte, ihre Grundfläche sich gegen die obere Fläche der Grundfeste neigen müßte, eben auf die Art, wie dieses bey einem Würfel, der auf einem Tische liegt, und umgestossen wird, geschieht.

Zweyte Forderung. Man muß eine Mauer betrachten, als wenn sie ganz nur ein Stein wäre, oder, welches eben so viel ist, als wenn alle ihre Theile so fest zusammen hiengen, daß keine Kraft fähig seyn soll die Mauer zu zerbrechen, wohl aber ganz umzustossen.

Dritte Forderung. Man kann eine Mauer betrachten, als wenn sie aus unendlich vielen Flächen, die alle senkrecht, und einander parallel sind, zusammengesetzt wäre; alles nun, was man von einer dieser Flächen sagen kann, läßt sich auch von allen übrigen sagen. Wir werden also in der Folge unserer Abhandlung nur auf den Durchschnitt der Mauern sowohl, als der darauf liegenden Gewölber, und nicht auf ihre Länge sehen.

Die erste Forderung hat nichts außerordentliches; weil man hier nichts fordert, daß nicht in der Ausübung sehr oft Statt hätte. Die gemauerten Brückenpfeiler, und die Mauern, die auf Grundpfählen gebaut sind,

stehen auf einer Grundfeste, die keinen Theil der Mauer ausmacht, und so werden wir überhaupt die Grundfeste nicht mit zur Mauer rechnen; weil hier gar nicht die Frage ist, wie stark die Grundfeste, sondern wie stark auf einer unbeweglichen Grundfeste die Mauer seyn müsse, wenn sie den Druck des Gewölbes, und alles deß, was das Gewölb selbst zu tragen hat, aushalten soll.

Die zweyte Forderung hat eben so wenig widersinniges; weil mans wenigstens in der Theorie annehmen kann, das Gemäuer sey mit allem möglichen Fleiße gemacht, und weil übrigens etwas mehr oder weniger Zusammenhang, so da vom bessern oder schlechtern Bauzeuge abhängt, keine Sache ist, die hieher gehört.

Die dritte Forderung hat keiner Erklärung nöthig, und wir haben nur noch dieses zu erinnern, daß wir um das Gleichgewicht zu bestimmen, welches zwischen dem Drucke des Gewölbes und dem Widerstande der Seitenmauer seyn soll, den Durchschnitt der Mauer LMNE (2 fig.) als einen Hebel betrachten werden, dessen ein Arm die Grundlinie MN, der andere die Höhe ML, und die Unterlage in M ist. Auf den Arm MN wirkt erstens die Schwere der Fläche LMNE, hernach die senkrechte Drückung aller Theile des Gewölbes, auf den andern Arm ML wirkt die waagrechte Drückung aller Theile des Gewölbes; denn die schiefe Drückung der Theile des Gewölbes auf den Arm ML läßt sich nach den Grundsätzen der Mechanik in diese zwo Drückungen auseinander setzen.

Wir

Wir wollen zuförderst den Halbmesser jenes Zirkels suchen, dessen Umkreis einen gegebenen Zirkelring in zween einander gleiche Ringe theilet, die folgende Aufgabe lehret ihn finden.

I. Aufgabe. Einen Zirkel finden, dessen Fläche B zwischen den Flächen A und C zweener gegebenen Zirkel die mittlere arithmethische Größe sey.

Wenn wir die Halbmesser der Zirkel A, B, C mit α, x, a bezeichnen, so werden wir haben $A : B = \alpha^2 : x^2$, $B : C = x^2 : a^2$; folglich $A - B : B = \alpha^2 - x^2 : x^2$, $B - C : C = x^2 - a^2 : a^2$, oder $A - B : \alpha^2 - x^2 = B : x^2$, $B - C : x^2 - a^2 = C : a^2$, so wie also $B : x^2 = C : a^2$, eben so ist auch $A - B : \alpha^2 - x^2 = B - C : x^2 - a^2$, und weil überdieß $A - B = B - C$, so ist auch $\alpha^2 - x^2 = x^2 - a^2$, oder $x^2 = \frac{\alpha^2 + a^2}{2}$, und endlich $x = \sqrt{\frac{\alpha^2 + a^2}{2}}$. W. Z. F. W.

I. Zusatz. Wenn $\alpha = a + c$, so ist $x = \sqrt{a^2 + ac + \frac{c^2}{2}}$; gesetzt nun daß c klein sey in Vergleich mit a, so ist beynahe $x = a + \frac{c}{2} + \frac{c^2}{8a}$; man wird dabey nicht um $\frac{c^3}{16a^2}$ gefehlt haben.

II. Zusatz. Wenn die Flächen concentrischer Zirkel in ununterbrochner arithmetischen Proportion sind, so theilet der Umkreis des mittlern Zirkels den Zirkelring, den die Umkreise der äußersten Zirkel ausmachen, in zween einander gleiche Zirkelringe.

III.

III. Zusatz. Weil ähnliche und concentrische Sectorn sich untereinander verhalten, wie ihre Zirkel, folglich in ununterbrochner arithmetischen Proportion sind, wenn es die Zirkel selbst sind, so folgt hieraus, daß in diesem Falle der Bogen des mittlern Sectors den Theil des Zirkelrings, den die beyden äußersten Sectorn mit ihren Bögen ausmachen, in zween gleiche Theile absondere.

Weil der Durchschnitt eines jedweden Gewölbes, das durchaus einerley Dicke hat, entweder ein Theil eines Zirkelringes ist, oder doch aus Bestandtheilen von Zirkelringen zusammen gesetzt ist, so wie die krummen Linien überhaupt aus Bestandtheilen von Zirkelbögen zusammengesetzt sind, so müssen wir vor Allem den Druck bestimmen, den der Bestandtheil eines halben Zirkelrings auf die Stütze, worauf dieser halbe Zirkelring einer Seits ruhet, ausübt, die Auflösung dieser Aufgabe wird die Grundlage zu unserer ganzen Abhandlung seyn.

II. Aufgabe. Die Drückung finden, die der Bestandtheil ED de des halbzirkelförmigen Gewölbes auf die Seitenmauer LMNA ausübt. (2. Fig.)

Man setze voraus, daß $\alpha\beta$ den Zirkelrings-Quadranten in zween gleiche Zirkelrings-Quadranten theile, so wird auch $\varepsilon\delta$ den Bestandtheil ED de in zween gleiche Theile absondern, und der Schwerepunkt des Bestandtheils wird in der unendlich kleinen Linie $\varepsilon\delta$ liegen. Man setze überdieß, daß ACE $= \mu$, der ganze Sinus $= r$, CA $= a$, E$e = c$, folglich C$\varepsilon =$ $a + \frac{c}{2} + \frac{c^2}{8a}$, so werden wir haben $r : d\mu =$

CE

$CE\ (= a) : ED = \frac{a\,d\mu}{r},\ r : d\mu = Ce\ (= a + c) :$
$ed = \frac{\overline{a+c}\,.\,d\mu}{r}$, und $ED\,de = \frac{\overline{ED + ed}\,.\,Ee}{2} =$
$\frac{\overline{2a+c}\,.\,c\,.\,d\mu}{2r}$ Diese ist die gesammte Schwere des Bestandtheils; wenn wir sie nun in zwo andere gegeneinander winkelrechte Kräfte zertheilen, deren eine die Richtung des Halbmessers hat, und den Bestandtheil zum Mittelspunkte C herabdrückt, die andere der Tangente des Bestandtheils, das ist ed oder ED parallel ist, und nach der Richtung εF auf den Arm ML des Hebels LMN drückt, so verhält sich die gesammte Schwere des Bestandtheils zur leztern Drückung $= r : cos.\,\mu$, und wenn wir endlich diese Drückung selbst in zwo andere Drückungen zertheilen, deren eine ν waagrecht auf den Arm ML, die andere ν' senkrecht auf den Arm MN wirkt, so werden wir finden, daß $r : sin.\,\mu =$
$\frac{\overline{2a+c}\,.\,c\,.\,cos.\,\mu\,.\,d\mu}{2r^2} : \nu = \frac{\overline{2a+c}\,.\,c\,.\,sin.\,\mu\,.\,cos.\,\mu\,d\mu}{2r^3}$,
und wiederum $r : cos.\,\mu = \frac{\overline{2a+c}\,.\,c\,.\,cos.\,\mu\,.\,d\mu}{2r^2} :$
$\nu' = \frac{\overline{2a+c}\,.\,c\,.\,\overline{cos.\,\mu}^2\,.\,d\mu}{2r^3}$. W. Z. F. W.

I. **Anmerkung.** Die Drückung ν zielt auf das Umstossen der Seitenmauer ab; die Drückung ν' hingegen befestigt sie, weil sie dadurch so wie von ihrer Schwere, an die Grundfeste angedrückt wird.

II.

II. Anmerkung. Vielleicht denkt jemand, der den Bestandtheil des Gewölbes als einen Keil betrachtet, daß eben die Kraft, die ihn zum Mittelpunkte herabdrückt, ihn auch zu gleicher Zeit nach Art eines Keils auf die Seitenmauer wirken macht; doch wir wissen ja, daß sich die Kraft, die auf den Keil nach der Richtung seiner Höhe wirkt, zur Kraft, mit der er auf eine Seite senkrecht drückt, so wie die Seite des Keils zur Hälfte seiner Grundlinie verhält: nun ist hier die Grundlinie des Keils unendlich kleiner als seine Seite; folglich ist auch seine Wirkung auf die Seitenmauer unendlich kleiner, als die Kraft, mit der er zum Mittelpunkte herabgedrückt wird, und muß also gar nicht in die Berechnung kommen.

I. Zusatz. Machen wir die Höhe der Seitenmauer, das ist ML $= h$, so ist das Moment der Drückung

$$\nu = \nu.\,\overline{ML + \varepsilon I} = \nu.\,\overline{h + \overline{a + \frac{c}{2} + \frac{c^2}{8a}}}\,.\,\frac{\overline{\sin.\,\mu}}{r} = \frac{\overline{2a + c}.\,c\,h.\sin.\,\mu.\cos.\,\mu.\,d\mu}{2r^3} +$$

$$\frac{\overline{2a + c}.\,\overline{ac + \frac{c^2}{2} + \frac{c^3}{8a}}.\,\overline{\sin.\mu}^2.\cos.\,\mu.\,d\mu}{2r^4}$$; nun

ist $\int \sin.\,\mu.\cos.\,\mu.\,d\mu = \frac{r.\,\overline{\sin.\,\mu}^2}{2}$, und $\int \overline{\sin.\,\mu}^2.\cos.\,\mu.\,d\mu = \frac{r.\,\overline{\sin.\,\mu}^3}{3}$: folglich ist die Summe aller Momente der Drückungen ν, die der Theil des Gewöl-

wöl-

wölbes AE ea wider den Hebelarm ML ausübt =

$$\frac{\overline{2a+c}.c\,h.\overline{\mathit{sin}.\mu}^2}{4\,r^2}+\frac{\overline{2a+c}.ac+\frac{c^2}{2}+\frac{c^3}{8a}.\overline{\mathit{sin}.\mu}^3}{6\,r^3}.$$

II. Zusatz. Die Summe aller Momente der Drückungen ν, die das halbe Gewölb wider den Hebelarm ML ausübt, ist $=\frac{\overline{2a+c}.ch}{4}+\frac{\overline{2a+c}.ac+\frac{c^2}{2}+\frac{c^3}{8a}}{6}$

$$=\frac{\overline{2a+c}.\overline{3h+2a+c+\frac{c^2}{4a}}.c}{12}.$$

III. Zusatz. Wenn wir den Auslauf der Seitenmauer über die Dicke des Gewölbes, das ist La mit d bezeichnen, so wird das Moment der Drückung ν' auf den Hebelarm MN seyn $=\nu'.\overline{La+aA+AC-IC}=$

$$\nu'.\overline{d+c+a-\frac{\mathit{cos}.\mu}{r}.\overline{a+\frac{c}{2}+\frac{c^2}{8a}}}=$$

$$\frac{\overline{2a+c}.c.\overline{d+c+a}.\overline{\mathit{cos}.\mu}^2.d\mu}{2\,r^3}-$$

$$\frac{\overline{2a+c}.c.\overline{a+\frac{c}{2}+\frac{c^2}{8a}}.\overline{\mathit{cos}.\mu}^3.d\mu}{2\,r^4};$$

nun ist $\int \overline{\cos.\,\mu}^2 .\, d = \frac{r^2 \mu + r .\, \sin.\, \mu .\, \cos.\, \mu}{2}$,

und $\int \overline{\cos.\,\mu}^3 .\, d\mu = \frac{2\, r^3 \sin.\, \mu + r .\, \sin.\, \mu .\, \overline{\cos.\,\mu}^2}{3}$;

folglich ist die Summe aller Momente der Drückungen ν', die der Theil AE $e\,a$ des Gewölbes wider den Hebelarm MN

ausübt $= \frac{\overline{2a+c}.\,c.\,\overline{d+c+a}.\,\overline{r\mu + \sin.\,\mu.\,\cos.\,\mu}}{4\,r^2}$

$- \frac{\overline{2a+c}.\,c.\,\overline{a+\frac{c}{2}+\frac{c^2}{8a}}.\,\overline{2\,r^2 \sin.\,\mu + \sin.\,\mu.\,\overline{\cos.\,\mu}^2}}{6\,r^3}$.

IV. Zusatz. Ist $\mu = 90^\circ = \frac{\pi}{4}$, so ist $\sin.\,\mu = r$, $\cos.\,\mu = 0$; folglich ist die Summe aller Momente der Drückungen ν', die das halbe Gewölb wider den Hebelarm MN ausübt $= \frac{\overline{2a+c}.\,c.\,\overline{d+c+a}}{8}.\,\frac{\pi}{2r} -$

$\frac{\overline{2a+c}.\,c.\,\overline{a+\frac{c}{2}+\frac{c^2}{8a}}}{3}$.

III. Aufgabe. Wenn über dem Gewölbe eine Mauer von gegebner Höhe aufgeführt ist, die Drückung finden, die der Mauerpfeiler, der auf dem Bestandtheile des Gewölbes ruhet, wider die Seitenmauer ausübt.

Die

Die Höhe der über dem Gewölbe aufgeführten Mauer, vom Kämpfer an gerechnet, sey LR $= g$, so ist die Höhe des Mauerpfeilers $S\,e\,d\,s = S\,e =$

$LR - e\,k = g - \frac{\overline{a+c}\,.\,\sin.\,\mu}{r}$, und, weil r:

$\sin.\,\mu = e\,d \left(= \frac{\overline{a+c}\,.\,d\,\mu}{r}\right) : e\,r =$

$\frac{\overline{a+c}\,\sin.\,\mu\,.\,d\,\mu}{r^2}$, so ist die gesammte Schwere des

Mauerpfeilers $= S\,e\,.\,e\,r = \frac{g\,.\,\overline{a+c}\,.\,\sin.\,\mu\,.\,d\mu}{r^2} -$

$\frac{\overline{a+c}^2\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^2\,.\,d\mu}{r^3}$, und der Schwerepunkt des Mauerpfeilers, wenn $SP = Pe = \frac{1}{2}\,g - \frac{\overline{a+c}\,.\,\sin.\,\mu}{2\,r}$,

wird in P seyn: nun steht der Mauerpfeiler auf der schiefen Fläche $d\,e$; seine gesammte Schwere wird also zu seinem Drucke auf den Bestandtheil des Gewölbes, nach der Richtung des Halbmessers seyn $= r : \sin.\,\mu$; allein dieser Druck ist ohne Folge auf die Seitenmauer, und drückt nur den Bestandtheil zum Mittelpunkte herab. Die Seitenmauer wird von dem Mauerpfeiler gedrückt nach der Richtung PH, die $e\,d$, oder der Tangente des Bestandtheils des Gewölbes parallel ist, und zwar mit eben derselben Kraft, mit der er über die schiefe Fläche $d\,e$ herabglitschen würde, wenn es die Nebenpfeiler, und der übrige Zusammenhang zuliessen, und die gesammte Schwere des Mauerpfeilers verhält sich zu diesem

sem Drucke $= r : \cos.\ \mu$; er ist also $=$

$$\frac{g.\overline{a+c}.\sin.\mu.\cos.\mu.d\mu}{r^3} - \frac{\overline{a+c}^2.\overline{\sin.\mu}^2.\cos.\mu.d\mu}{r^4}.$$

Wenn wir nun diesen Druck des Mauerpfeilers, der schief auf den verlängerten Hebelarm ML nach der Richtung PH wirkt, in zwo andere Drückungen zertheilen, deren eine v waagrecht auf den Hebelarm ML, die andere v' senkrecht auf den Arm MN drückt, so werden wir haben

erstens zwar $r : \sin.\mu = \frac{g.\overline{a+c}.\sin.\mu.\cos.\mu.d\mu}{r^3} -$

$\frac{\overline{a+c}^2.\overline{\sin.\mu}^2.\cos.\mu.d\mu}{r^4} : v = \frac{g.\overline{a+c}.\overline{\sin.\mu}^2.\cos.\mu.d\mu}{r^4}$

$- \frac{\overline{a+c}^2.\overline{\sin.\mu}^3.\cos.\mu.d\mu}{r^5}$, hernach $r : \cos.\mu =$

$\frac{g.\overline{a+c}.\sin.\mu.\cos.\mu.d\mu}{r^3} - \frac{\overline{a+c}^2.\overline{\sin.\mu}^2.\cos.\mu.d\mu}{r^4} : v'$

$= \frac{g.\overline{a+c}.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{r^4} - \frac{\overline{a+c}^2.\overline{\sin.\mu}^2.\overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{r^5}.$

W. Z. E. W.

1. Zusatz. Das Moment der Drückung v auf den Arm ML ist $= v.\overline{ML + ek + Pe} = v.\overline{h +}$

$\overline{\frac{\overline{a+c}.\sin.\mu}{r} + \frac{1}{2}g - \frac{\overline{a+c}.\sin.\mu}{2r}} =$

$v.\overline{h + \frac{1}{2}g + \frac{\overline{a+c}.\sin.\mu}{2r}} =$

g.

$$\frac{g . \overline{2h+g} . \overline{a+c} . \overline{\sin.\mu}^{2} . \cos.\mu . d\mu}{2r^{4}}$$

$$-\frac{\overline{2h+g} . \overline{a+c}^{2} . \overline{\sin.\mu}^{3} . \cos.\mu . d\mu}{2r^{5}}$$

$$+\frac{g . \overline{a+c}^{2} . \overline{\sin.\mu}^{3} . \cos.\mu . d\mu}{2r^{5}} - \frac{\overline{a+c}^{3} . \overline{\sin.\mu}^{4} . \cos.\mu . d\mu}{2r^{6}}$$

$$= \frac{g . \overline{2h+g} . \overline{a+c} . \overline{\sin.\mu}^{2} . \cos.\mu . d\mu}{2r^{4}}$$

$$-\frac{h . \overline{a+c}^{2} . \overline{\sin.\mu}^{3} . \cos.\mu . d\mu}{r^{5}} -$$

$$\frac{\overline{a+c}^{3} . \overline{\sin.\mu}^{4} . \cos.\mu . d\mu}{2r^{6}}$$; die Summe aller Momente der Drückungen v, die der Theil a T S e der über dem Gewölbe aufgeführten Mauer, wider den Hebelarm ML ausübt, wird also seyn =

$$\frac{g . \overline{2h+g} . \overline{a+c} . \overline{\sin.\mu}^{3}}{6r^{3}} - \frac{h . \overline{a+c}^{2} . \overline{\sin.\mu}^{4}}{4r^{4}}$$

$$-\frac{\overline{a+c}^{3} . \overline{\sin.\mu}^{5}}{10r^{5}}.$$

II. Zusatz. Die Summe aller Momente der Drückungen v, die die über dem halben Gewölbe aufgeführte Mauer wider dem Hebelarm ML ausübt, ist =

$$\frac{g . \overline{2h+g} . \overline{a+c}}{6} - \frac{h . \overline{a+c}^{2}}{4} - \frac{\overline{a+c}^{3}}{10}.$$

III. Zusatz. Das Moment der Drückung v' auf den Arm MN ist $= v . \overline{La + aA + AC - KC}$

$$= v' . \overline{d + c + a - \frac{\overline{a + c} . \cos. \mu}{r}} =$$

$$\frac{g . \overline{a + c} . \overline{d + c + a} . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{r^4}$$

$$- \frac{\overline{a + c}^2 . \overline{d + c + a} . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{g . \overline{a + c}^2 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{r^5} +$$

$\frac{\overline{a + c}^3 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{r^6}$; nun ist $\int \sin. \mu .$

$$\overline{\cos. \mu}^2 . d\mu = \frac{r^4 - r^3 . \cos. \mu + r . \overline{\sin. \mu}^2 . \cos. \mu}{3},$$

$$= \frac{r^4 - r . \overline{\cos. \mu}^3}{3}, \int \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu =$$

$$\frac{r^4 \mu - r^3 \sin. \mu . \cos. \mu + 2 r . \overline{\sin. \mu}^3 . \cos. \mu}{8},$$

$$\int \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu = \frac{r^3 \overline{\sin. \mu}^2 + r . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2}{4}$$

$$= \frac{r^5 - r . \overline{\cos. \mu}^4}{4}, \int \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu$$

$$= \frac{2 r^3 . \overline{\sin. \mu}^3 + 3 r . \overline{\sin. \mu}^3 . \overline{\cos. \mu}^2}{15};$$ die

Sum-

Summe aller Momente der Drückungen v', die der Theil $a\,T\,S\,e$ der über dem Gewölbe aufgeführten Mauer wider den Arm MN ausübt, wird also seyn $=$

$$\frac{g.\overline{a+c}.\overline{d+c+a}.r^3 - \overline{r.\cos.\mu}^3}{3r^3} - \frac{\overline{a+c}^2.\overline{d+c+a}.\left(r^3\mu - r^2.\sin.\mu.\cos.\mu + 2\,\overline{\sin.\mu}^3.\cos.\mu\right)}{8r^4} - \frac{g.\overline{a+c}^2.r^4 - \overline{\cos.\mu}^4}{4r^4} + \frac{\overline{a+c}^3.\left(2r^2.\overline{\sin.\mu}^3 + 3.\overline{\sin.\mu}^3.\overline{\cos.\mu}^2\right)}{15r^5}.$$

IV. Zusatz. Die Summe aller Momente der Drückungen v', die die über dem halben Gewölbe aufgeführte Mauer wider den Arm MN ausübt, ist $=$

$$\frac{1}{3}\,g.\overline{a+c}.\overline{d+c+a} - \frac{\overline{a+c}^2.\overline{d+c+a}}{16}.\frac{\pi}{2r} - \frac{1}{4}\,g.\overline{a+c}^2 + \frac{2}{15}\,\overline{a+c}^3.$$

IV. Aufgabe. Wenn die über dem Gewölbe aufgeführte Mauer einen Eselsrücken ausmacht, die Drückung finden, die der Mauerpfeiler $S\,e\,d\,s$, (3 Fig.) der auf dem Bestandtheile des Gewölbes ruhet, wider die Seitenmauer ausübt.

RC sey $= g$, und RC : FC $= m : n$, so ist Se

$$= RC - RQ - eK = g - \frac{m.\overline{a+c}.\cos.\mu}{nr}$$

$$- \frac{\overline{a+c}.\sin.\mu}{r},\ er = \frac{\overline{a+c}.\sin.\mu.d\mu}{r^2},\ \text{und } Se.er$$

$$= \frac{g.\overline{a+c}.\sin.\mu.d\mu}{r^2} - \frac{m.\overline{a+c}^2.\sin.\mu.\cos.\mu.d\mu}{nr^3}$$

$$- \frac{\overline{a+c}^2.\overline{\sin.\mu}^2.d\mu}{r^3}.$$ Diese ist die gesammte Schwere des Mauerpfeilers $Seds$; sie verhält sich zur Kraft, mit der er nach der Richtung PH, die aus dem Schwerepunkte P parallel mit de gezogen wird, auf den Hebelarm ML wirkt, $= r : \cos.\mu$; diese schiefe Drückung auf den Hebelarm ML wird also

seyn $$= \frac{g.\overline{a+c}.\sin.\mu.\cos.\mu.d\mu}{r^3} -$$

$$\frac{m.\overline{a+c}^2.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{nr^4} - \frac{\overline{a+c}^2.\overline{\sin.\mu}^2.\cos.\mu.d\mu}{r^4},$$

und wenn wir sie in zwo andere Drückungen zertheilen, deren eine ν waagrecht auf den Hebelarm ML, die andere ν' senkrecht auf den Arm $\overline{MN}$ drückt, so werden

wir finden $r : \sin.\mu = \frac{g.\overline{a+c}.\sin.\mu.\cos.\mu.d\mu}{r^3}$

$$- \frac{m.\overline{a+c}^2.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{nr^4} - \overline{a+c}^2.$$

$$\frac{\overline{\sin.\mu}^2.\cos.\mu\,d\mu}{r^4} : \nu = \frac{g.\overline{a+c}.\overline{\sin.\mu}^2.\cos.\mu.d\mu}{r^4}$$

$-$

$$- \frac{m \,.\, \overline{a + c}^{\,2} \,.\, \overline{\sin.\ \mu}^{\,2} \,.\, \overline{\cos.\ \mu}^{\,2} \,.\, d\mu}{n\, r^5} -$$

$$\frac{\overline{a + c}^{\,2} \,.\, \overline{\sin.\ \mu}^{\,3} \,.\, \cos.\ \mu \,.\, d\mu}{r^5}$$, und wiederum r : $\cos.\ \mu$

$$= \frac{g \,.\, \overline{a + c} \,.\, \sin.\ \mu \,.\, \cos.\ \mu \,.\, d\mu}{r^3} -$$

$$\frac{m \,.\, \overline{c + c}^{\,2} \,.\, \sin.\ \mu \,.\, \overline{\cos.\ \mu}^{\,2} \,.\, d\mu}{n\, r^4} - \frac{\overline{a + c}^{\,2} \,.\, \overline{\sin.\ \mu}^{\,2} \,.\, \cos.\ \mu \,.\, d\mu}{r^4}$$

$$: v' = \frac{g \,.\, \overline{a + c} \,.\, \sin.\ \mu \,.\, \overline{\cos.\ \mu}^{\,2} \,.\, d\mu}{r^4} -$$

$$\frac{m \,.\, \overline{a + c}^{\,2} \,.\, \sin.\ \mu \,.\, \overline{\cos.\ \mu}^{\,3} \,.\, d\mu}{n\, r^5} - \frac{\overline{a + c}^{\,2} \,.\, \overline{\sin.\ \mu}^{\,2} \,.\, \overline{\cos.\ \mu}^{\,2} \,.\, d\mu}{r^5}.$$

W. Z. F. W.

I. Zusatz. Das Moment der Drückung v auf den Arm ML ist $= v \,.\, \overline{\mathrm{ML} + e\mathrm{K} + \mathrm{P}e} =$

$$v \,.\, \overline{h + \frac{\overline{a + c} \,.\, \sin.\ \mu}{r} + \frac{1}{2} g - \frac{m \,.\, \overline{a + c} \,.\, \cos.\ \mu}{2\, n r}}$$

$$\overline{- \frac{\overline{a + c} \,.\, \sin.\ \mu}{2 r}} = v \,.\, \overline{\frac{2\, h + g}{2} + \frac{\overline{a + c} \,.\, \sin.\ \mu}{2 r} -}$$

$$\overline{\frac{m \,.\, \overline{a + c} \,.\, \cos.\ \mu}{2\, n\, r}} = \frac{g \,.\, \overline{2\, h + g} \,.\, \overline{a + c} \,.\, \overline{\sin.\ \mu}^{\,2} \,.\, \cos.\ \mu\, d\mu}{2\, r^4}$$

$$- \frac{m \cdot \overline{a+c}^{2} \cdot \overline{2h+g} \cdot \overline{\sin.\mu}^{2} \cdot \overline{\cos.\mu}^{2} \cdot d\mu}{2 n r^{5}}$$

$$- \frac{\overline{a+c}^{2} \cdot \overline{2h+g} \cdot \overline{\sin.\mu}^{3} \cdot \cos.\mu \cdot d\mu}{2 r^{5}} +$$

$$\frac{g \cdot \overline{a+c}^{2} \cdot \overline{\sin.\mu}^{3} \cdot \cos.\mu \cdot d\mu}{2 r^{5}} - \frac{m \cdot \overline{a+c}^{3} \cdot \overline{\sin.\mu}^{3} \cdot \overline{\cos.\mu}^{2} \cdot d\mu}{2 n r^{6}}$$

$$- \frac{\overline{a+c}^{3} \cdot \overline{\sin.\mu}^{4} \cdot \cos.\mu \cdot d\mu}{2 r^{6}} -$$

$$\frac{m \cdot g \cdot \overline{a+c}^{2} \cdot \overline{\sin.\mu}^{2} \cdot \overline{\cos.\mu}^{2} \cdot d\mu}{2 n r^{5}} +$$

$$\frac{m^{2} \cdot \overline{a+c}^{3} \cdot \overline{\sin.\mu}^{2} \cdot \overline{\cos.\mu}^{3} \cdot d\mu}{2 n^{2} r^{6}} +$$

$$\frac{m \cdot \overline{a+c}^{3} \cdot \overline{\sin.\mu}^{3} \cdot \overline{\cos.\mu}^{2} \cdot d\mu}{2 n r^{6}} =$$

$$\frac{g \cdot \overline{2h+g} \cdot \overline{a+c} \cdot \overline{\sin.\mu}^{2} \cdot \cos.\mu \cdot d\mu}{2 r^{4}}$$

$$- \frac{m \cdot \overline{h+g} \cdot \overline{a+c}^{2} \cdot \overline{\sin.\mu}^{2} \cdot \overline{\cos.\mu}^{2} \cdot d\mu}{n r^{5}}$$

$$- \frac{h \cdot \overline{a+c}^{2} \cdot \overline{\sin.\mu}^{3} \cdot \cos.\mu \cdot d\mu}{r^{5}} -$$

$$- \frac{\overline{a+c}^{3} \cdot \overline{\sin.\mu}^{4} \cdot \cos.\mu \cdot d\mu}{2 r^{6}} +$$

$$\frac{m^{2} \cdot \overline{a+c}^{3} \cdot \overline{\sin.\mu}^{2} \cdot \overline{\cos.\mu}^{3} \cdot d\mu}{2 n^{2} r^{6}}.$$ Nun ist $\int \overline{\sin.\mu}^{2} \cdot \cos.\mu \cdot d\mu$

$$d\mu = \frac{r.\overline{\sin.\mu}^3}{3},\ \int \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu = \frac{r^4\mu - r^3 \sin.\mu . \cos.\mu + 2r . \overline{\sin.\mu}^3 . \cos.\mu}{8},$$

$$\int \overline{\sin.\mu}^3 . \cos.\mu . d\mu = \frac{r . \overline{\sin.\mu}^4}{4},\ \int \overline{\sin.\mu}^4 . \cos.\mu . d\mu = \frac{r . \overline{\sin.\mu}^5}{5},\ \int \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu =$$

$$\frac{2r^3 . \overline{\sin.\mu}^3 + 3r . \overline{\sin.\mu}^3 . \overline{\cos.\mu}^2}{15};$$ die Summe aller Momente der Drückungen v, die der Theil $aTSe$ der über dem Gewölbe aufgeführten Mauer wider den Hebelarm ML ausübt, ist also $=$

$$\frac{g.\overline{2h+g}.\overline{a+c}.\overline{\sin.\mu}^3}{6r^3} - \frac{h.\overline{a+c}^2.\overline{\sin.\mu}^4}{4r^4} - \frac{\overline{a+c}^3.\overline{\sin.\mu}^5}{10r^5} -$$

$$\frac{m.\overline{h+g}.\overline{a+c}^2.\overline{r^3\mu - r^2.\sin.\mu \cos.\mu + 2\overline{\sin.\mu}^3.\cos.\mu}}{8nr^4}$$

$$+ \frac{m^2.\overline{a+c}^3.2r^2.\overline{\sin.\mu}^3 + 3\overline{\sin.\mu}^3.\overline{\cos.\mu}^2}{30n^2r^5}.$$

II. Zusatz. Die Summe aller Momente der Drückungen v, die die über dem halben Gewölbe aufgeführte Mauer wider den Hebelarm ML ausübt, ist

$$= \frac{g.\overline{2h+g}.\overline{a+c}}{6} - \frac{h.\overline{a+c}^2}{4} - \frac{\overline{a+c}^3}{10} -$$

$$\frac{m.\overline{h+g}.\overline{a+c}^2.}{16\,n}\,\frac{\pi}{2r} + \frac{m^2.\overline{a+c}^3}{15\,n^2}.$$

III. Zusatz. Das Moment der Drückung ν' auf den Hebelarm MN ist $= \nu'.\overline{La + aA + AC - CK}$

$$= \nu'.\overline{d + c + a - \frac{\overline{a+c}.\cos.\mu}{r}} =$$

$$\frac{g.\overline{a+c}.\overline{d+c+a}.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{r^4}$$

$$- \frac{\overline{a+c}^2.\overline{d+c+a}.\sin.\mu\ \overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{m.\overline{a+c}^2.\overline{d+c+a}.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^3.d\mu}{n\,r^5}$$

$$- \frac{g.\overline{a+c}^2.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^3.d\mu}{r^5} + \frac{\overline{a+c}^3.\overline{\sin.\mu}^2.\overline{\cos.\mu}^3.d\mu}{r^6}$$

$$+ \frac{m.\overline{a+c}^3.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^4.d\mu}{n\,r^6}$$: nun ist $\int \sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^2.$

$$d\mu = \frac{r^4 - r.\overline{\cos.\mu}^3}{3}, \int \overline{\sin.\mu}^2.\overline{\cos.\mu}^2\,d\mu$$

$$= \frac{r^4\mu - r^3.\sin.\mu.\cos.\mu + 2r.\overline{\sin.\mu}^3.\cos.\mu}{8},$$

$$\int \sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^3.d\mu = \frac{r^5 - r.\overline{\cos.\mu}^4}{4}, \int \overline{\sin.\mu}^2.$$
$$\overline{\cos.\mu}^3.d\mu = \frac{2r.^3\overline{\sin.\mu}^3 + 3r.\overline{\sin.\mu}^3.\overline{\cos.\mu}^2}{15}, \int \sin.\mu.$$
$$\overline{\cos.\mu}^4.d\mu = \frac{r^6 - r.\overline{\cos.\mu}^5}{5};$$ die Summe aller Momente der Drückungen v', die der Theil a T S e der über dem Gewölbe aufgeführten Mauer wider den Hebelarm MN ausübt, wird also seyn

$$= \frac{g.\overline{a+c}.\overline{d+c+a}.\overline{r^3-\overline{\cos.\mu}^3}}{3r^3} - \frac{\overline{a+c}^2.\overline{d+c+a}.\overline{r^3\mu - r^2.\sin.\mu.\cos.\mu + 2\,\overline{\sin.\mu}^3.\cos.\mu}}{8r^4} - \frac{m.\overline{a+c}^2.\overline{d+c+a}.\overline{r^4-\overline{\cos.\mu}^4}}{4nr^4}$$
$$- \frac{g.\overline{a+c}^2.\overline{r^4-\overline{\cos.\mu}^4}}{4r^4} + \frac{\overline{a+c}^3.\overline{2r^2.\overline{\sin.\mu}^3 + 3\,\overline{\sin.\mu}^3.\overline{\cos.\mu}^2}}{15r^5} + \frac{m.\overline{a+c}^3.\overline{r^5-\overline{\cos.\mu}^5}}{5nr^5}.$$

IV. Zusatz. Die Summe aller Momente der Drückungen v', die die über dem halben Gewölbe aufge-

geführte Mauer wider den Hebelarm MN ausübt, ist

$$= \frac{g.\overline{a+c}.\overline{d+c+a}}{3} - \frac{\overline{a+c}^2.\overline{d+c+a}.}{16}$$

$$\frac{\pi}{2r} - \frac{m.\overline{a+c}^2.\overline{d+c+a}}{4n} - \frac{g.\overline{a+c}^2}{4}$$

$$+ \frac{2}{15}\overline{a+c}^3 + \frac{m.\overline{a+c}^3}{5n}.$$

Ein gothisches Gewölb ist aus zween Zirkelbögen zusammengesetzt, die einander gleich, und kleiner als 90° sind, und derer Mittelpunkte in der Breite des Gewölbes, doch nicht beysammen liegen. In den drey Aufgaben, die wir eben itzt abgehandelt, finden sich die Summen aller Momente der Drückungen v und v', die sowohl das halbe Gewölb A a E e (4. Fig.), als die über dem halben Gewölbe aufgeführte Mauer a T S e, oder a T′ S′ e wider die zween Hebelarme ML und MN ausübt. Noch müssen wir die Drückungen v und v' des Keils e E e' finden, der nicht nur von seiner Schwere, sondern auch von der Schwere des Dreyecks e d e', oder des rechtwinklichten Parallelogrammes e S s e', oder endlich des Pentagons e S′R s' e' darnieder gedrückt wird, je nachdem das blosse gothische Gewölb, oder auch die über demselben aufgeführte Mauer, die wiederum entweder oben waagrecht ist, oder einen Eselsrücken ausmacht, zu berechnen kömmt. Es sey also die

V. Aufgabe. Die Druckungen v und v' finden, die der Keil e E e' wider die zween Hebelarme ML

und

und MN ausübt, er möge nun mit dem Dreyecke ede', oder mit dem rechtwinklichten Parallelogramme $eSse'$, oder auch mit dem Pentagone $eS'Rs'e'$ beschwert seyn.

Die Schwere des Keils eEe' ist $= Ec.ce$ $= \frac{c.\sin.\mu}{r} . \frac{c.\cos.\mu}{r} = \frac{c^2.\sin.\mu\cos.\mu}{r^2}$; weil $r : \sin.\mu = Ee\ (= c) : Ec$, und wiederum $r : \cos.\mu = Ee : ce$. Die Schwere des Dreyecks ede' ist $= ec.cd = \frac{c.\cos.\mu}{r} . \frac{c.\overline{\cos.\mu}^2}{r.\sin.\mu}$ $= \frac{c^2.\overline{\cos.\mu}^3}{r^2.\sin.\mu}$; weil $\sin.\mu : \cos.\mu = Ec : ce$ $= ce : cd = \frac{c.\overline{\cos.\mu}^2}{r.\sin.\mu}$. Die Schwere des ganzen Schlußsteins $Eede'$ ist $= \frac{c^2.\sin.\mu.\cos.\mu}{r^2} +$ $\frac{c^2.\overline{\cos.\mu}^3}{r^2.\sin.\mu} = \frac{c^2.\cos.\mu}{\sin.\mu}$. Die Schwere von $eSse'd$ ist $= 2ec.Se - ec.cd = ec.\overline{2Se - cd} =$

$$\frac{.\cos.\mu}{r} . \overline{2g - \frac{2.\overline{a+c}\sin.\mu}{r} - \frac{c.\overline{\cos.\mu}^2}{r.\sin.\mu}}$$

$$= \frac{2cg.\cos.\mu}{r} - \frac{2c.\overline{a+c}.\sin.\mu.\cos.\mu}{r^2} -$$

$$\frac{c^2.\overline{\cos.\mu}^3}{r^2.\sin.\mu} = \frac{2cg.\cos.\mu}{r} - \frac{c.\overline{2a+c}.\sin.\mu.\cos.\mu}{r^2}$$

$-$

$- \frac{c^2 . \cos. \mu}{\sin. \mu}$. Die Schwere endlich von $e S' R s' e d$ ist $= 2 \, ec \, . \, Se - ec \, . \, SS' - ec \, . \, cd =$

$ec \, . \, \overline{2 \, Se - SS' - cd} = \frac{c \, . \, \cos. \mu}{r}$.

$$\overline{2 \, g - \frac{2 \, . \, \overline{a + c} \sin. \mu}{r} - \frac{mc \, . \, \cos. \mu}{nr} - \frac{c \, . \, \overline{\cos. \mu}^2}{r \, . \sin. \mu}}$$

$$= \frac{2 \, c \, g \, . \, \cos. \mu}{r} - \frac{c \, . \, 2 \, \overline{a + c} \, . \sin. \mu \, . \, \cos. \mu}{r^2}$$

$- \frac{c^2 . \cos. \mu}{\sin. \mu} - \frac{m \, c^2 . \, \overline{\cos. \mu}^2}{n \, r^2}$. Nun verhält sich die Kraft, die den Keil nach der Richtung c E herabdrückt, zur Kraft, mit der er senkrecht auf e E drückt $=$ E e : $ec = r : \cos. \mu$, und weil der Keil e E e' auf alle Punkten der Linie e E mit gleicher Kraft und Richtung, die da auf e E senkrecht ist, drückt; so ists eben so viel, als wenn die ganze Kraft des Keils nur auf den Schwerepunkt der Linie e E, das ist auf ε allein mit eben dieser Richtung drückte; εH kann also für die Drückung des Keils auf e E, und folglich auch für die Drückung des Keils auf den Hebelarm ML angesehen werden, und wir werden finden, daß in Betracht des Schlußsteins E $e d e'$, εH $= \frac{c^2 . \, \overline{\cos. \mu}^2}{r \, . \, \sin. \mu}$, in Betracht des über dem Schlußsteine aufgeführten Mauerpfeilers e S s e' d, εH $= \frac{2 \, c \, g \, . \, \overline{\cos. \mu}^2}{r^2}$

—

$$- \frac{\overline{c.2a+c}.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^2}{r^3} - \frac{c^2.\overline{\cos.\mu}^2}{r.\sin.\mu},$$

und endlich in Betracht des über dem Schlußsteine aufgeführten Mauerpfeilers $e S' R s' e' d$, $\varepsilon H = \frac{2cg\overline{\cos.\mu}^2}{r^2}$

$$- \frac{\overline{c.2a+c}.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^2}{r^3} - \frac{c^2.\overline{\cos.\mu}^2}{r.\sin.\mu} -$$

$\frac{m c^2.\overline{\cos.\mu}^3}{n r^3}$. In jedem dieser Fälle läßt sich die schiefe Drückung εH auf den Hebelarm ML in zwo andere Drückungen zertheilen, deren eine ν waagrecht auf den Hebelarm ML, die andere ν' senkrecht auf den Arm MN drückt, und wir werden in dem ersten Falle haben $\nu = \frac{c^2.\overline{\cos.\mu}^2}{r^2}$, in dem zweyten $\nu =$

$$\frac{2cg.\sin.\mu.\overline{\cos\mu}^2}{r^3} - \frac{\overline{c.2a+c}.\overline{\sin.\mu}^2.\overline{\cos.\mu}^2}{r^4} -$$

$\frac{c^2.\overline{\cos.\mu}^2}{r^2}$, in dem dritten $\nu = \frac{2cg.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^2}{r^3}$

$$- \frac{\overline{c.2a+c}.\overline{\sin.\mu}^2.\overline{\cos.\mu}^2}{r^4} - \frac{c^2.\overline{\cos.\mu}^2}{r^2}$$

$- \frac{m c^2.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^3}{n r^4}$, und wiederum in dem ersten Falle $\nu' = \frac{c^2.\overline{\cos.\mu}^3}{r^2\sin.\mu}$, in dem zweyten $\nu' =$

2

$\frac{2cg.\overline{\cos.\mu}^3}{r^3} - \frac{c.\overline{2a+c}.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^3}{r^4} -$ $\frac{c^2.\overline{\cos.\mu}^3}{r^2.\sin.\mu}$, in dem dritten $v' = \frac{2c.g.\overline{\cos.\mu}^3}{r^3} -$ $\frac{c.\overline{2a+c}.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^3}{r^4} - \frac{c^2.\overline{\cos.\mu}^3}{r^2.\sin.\mu} -$ $\frac{mc^2.\overline{\cos.\mu}^4}{nr^4}$. W. Z. E. W.

I. Zusatz. Das Moment der Drückung v ist allezeit $= v.\overline{ML+\varepsilon i} = v.\overline{h+a+\frac{1}{2}\frac{c\sin.\mu}{r}}$ $= v.\overline{h+\frac{\overline{2a+c}.\sin.\mu}{2r}}$; und ist also in dem ersten Falle $v.\overline{h+\frac{\overline{2a+c}.\sin.\mu}{2r}} =$ $\frac{hc^2.\overline{\cos.\mu}^2}{r^2} + \frac{c^2.\overline{2a+c}.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^2}{2r^3}$, in dem zweyten $v.\overline{h+\frac{\overline{2a+c}.\sin.\mu}{2r}}$ $= \frac{2cgh.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^2}{r^3} - \frac{ch.\overline{2a+c}.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^2}{r^4}$

—

$$-\frac{c^2 h . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2}{r^2} + \frac{cg . \overline{2a+c} . \overline{\text{fin.}\ \mu}^2 . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2}{r^4} -$$

$$\frac{c . \overline{2a+c}^2 . \overline{\text{fin.}\ \mu}^3 . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2}{2r^5} - \frac{c^2 . \overline{2a+c} . \text{fin}\ \mu . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2}{2r^3}$$

$$= \frac{c . \overline{4gh - 2ac - c^2} . \text{fin.}\ \mu . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2}{2r^3}$$

$$+ \frac{c . \overline{g - h} . \overline{2a+c} . \overline{\text{fin.}\ \mu}^2 . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2}{r^4} -$$

$$\frac{c^2 h . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2}{r^2} - \frac{c . \overline{2a+c}^2 . \overline{\text{fin.}\ \mu}^3 . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2}{2r^5},$$

und endlich im dritten Falle $v . h + \frac{\overline{2a+c} . \text{fin.}\ \mu}{2r}$

$$= \frac{c . \overline{4gh - 2ac - c^2} . \text{fin.}\ \mu . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2}{2r^3} +$$

$$\frac{c . \overline{g - h} . \overline{2a+c} . \overline{\text{fin.}\ \mu}^2 . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2}{r^4} -$$

$$\frac{c^2 h . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2}{r^2} - \frac{c . \overline{2a+c}^2 . \overline{\text{fin.}\ \mu}^3 . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2}{2r^5}$$

$$- \frac{mc^2 . \overline{2a+c} . \overline{\text{fin.}\ \mu}^2 . \overline{\text{cos.}\ \mu}^3}{2nr^5} -$$

$$\frac{mc^2 h . \text{fin.}\ \mu . \overline{\text{cos.}\ \mu}^3}{nr^4},$$

II. Zusatz. Das Moment der Drückung v' ist $v'.\overline{La + aA + AC - iC} = v'.\overline{d + c + a - \frac{\overline{2a+c}.\cos.\mu}{2r}}$, und ist also in dem ersten Falle

$$v'.\overline{d + c + a - \frac{\overline{2a+c}.\cos.\mu}{2r}} = \frac{c^2.\overline{d+c+a}.\overline{\cos.\mu}^3}{r^2.\sin.\mu} - \frac{c^3.\overline{2a+c}.\overline{\cos.\mu}^4}{2r^3.\sin.\mu},$$

in dem zweyten

$$v'.\overline{d + c + a - \frac{\overline{2a+c}.\cos.\mu}{2r}} = \frac{2cg.\overline{d+c+a}.\overline{\cos.\mu}^3}{r^3} - \frac{c.\overline{2a+c}.\overline{d+c+a}.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^3}{r^4} - \frac{c^2.\overline{d+c+a}.\overline{\cos.\mu}^3}{r^2.\sin.\mu} - \frac{cg.\overline{2a+c}.\overline{\cos.\mu}^4}{r^4} + \frac{c.\overline{2a+c}^2.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^4}{2r^5} + \frac{c^2.\overline{2a+c}.\overline{\cos.\mu}^4}{2r^3.\sin.\mu},$$

und endlich im dritten Falle ist

$$v'.\overline{d + c + a - \frac{\overline{2a+c}.\cos.\mu}{2r}} = \frac{2cg.\overline{d+c+a}.\overline{\cos.\mu}^3}{r^3}$$

$-$

$$- \frac{c \cdot \overline{2a + c} \cdot \overline{d + c + a} \cdot \sin\mu \cdot \overline{\cos\mu}^{3}}{r^{4}}$$

$$- \frac{c^{2} \cdot \overline{d + c + a} \cdot \overline{\cos\mu}^{3}}{r^{2} \cdot \sin\mu} - \frac{m c^{2} \cdot \overline{d + c + a} \cdot \overline{\cos\mu}^{4}}{n r^{4}}$$

$$- \frac{c g \cdot \overline{2a + c} \cdot \overline{\cos\mu}^{4}}{r^{4}} + \frac{c \cdot \overline{2a + c}^{2} \cdot \sin\mu \cdot \overline{\cos\mu}^{4}}{2 r^{5}}$$

$$+ \frac{c^{2} \cdot \overline{2a + c} \cdot \overline{\cos\mu}^{4}}{2 r^{3} \cdot \sin\mu} + \frac{m c^{2} \cdot \overline{2a + c} \cdot \overline{\cos\mu}^{5}}{2 n r^{5}}.$$

Um im Stande zu seyn ein elliptisches Gewölb so zu behandeln, wie wir das zirkelförmige behandelt haben, müssen wir vor Allem den Werth der Normal, der Abscisse, der Ordinate auf jeden Punkt der Ellipse aus dem Winkel bestimmen, den die Normal mit der grössern Achse der Ellipse macht. Diesemnach sey die

VI. Aufgabe. Den Werth der Normal N auf jeden Punkt der Ellipse aus dem Winkel bestimmen, den sie mit der grössern Achse der Ellipse macht.

Wenn (5. Fig.) AC $= a$, BC $= b$, die Eccentricität $= \sqrt{a^{2} - b^{2}} = e$, AK$= x$, AGE $= \mu$, EK $= y$, so ist die bekannte Gleichung der Ellipse $2ax - x^{2} = \frac{a^{2} y^{2}}{b^{2}}$; folglich $a\,dx - x\,dx = \frac{a^{2} y\,dy}{b^{2}}$, $dx = \frac{a^{2} y\,dy}{b^{2} \cdot \overline{a - x}}$, $dx^{2} =$

$\frac{a^4 y^2 dy^2}{b^4.\overline{a-x}^2}$, $dx^2 + dy^2 = \frac{dy^2.\overline{a^4y^2 + a^2b^4 - 2ab^4x + b^4x^2}}{b^4.\overline{a-x}^2}$

$= \frac{dy^2.\overline{a^4y^2 + a^2b^4 - a^2b^2y^2}}{b^4.\overline{a-x}^2}$, $\sqrt{dx^2 + dy^2}$

$= \frac{a\,dy\sqrt{a^2y^2 - b^2y^2 + b^4}}{b^2.\overline{a-x}}$, $\frac{y\sqrt{dx^2 + dy^2}}{dx}$

$= \mathrm{N} = \frac{\sqrt{a^2y^2 - b^2y^2 + b^4}}{a} = \frac{\sqrt{e^2y^2 + b^4}}{a}$

$= \frac{ry}{\sin.\mu}$. Diese Gleichung nun giebt uns $e^2y^2 + b^4$

$= \frac{a^2r^2y^2}{\overline{\sin.\mu}^2}$, $b^4.\overline{\sin.\mu}^2 = a^2r^2y^2 - e^2.\overline{\sin.\mu}^2.y^2$,

und endlich $\frac{b^4.\overline{\sin.\mu}^2}{a^2r^2 - e^2.\overline{\sin.\mu}^2} = y^2$. Nun dürfen wir nur noch diesen Werth für y^2 in dem Werthe der Normal N hinsetzen, so werden wir haben $\mathrm{N}^2 = \frac{e^2y^2 + b^4}{a^2}$

$= \frac{a^2b^4r^2}{a^4r^2 - a^2e^2.\overline{\sin.\mu}^2} = \frac{b^4r^2}{a^2r^2 - e^2.\overline{\sin.\mu}^2}$, und

$\mathrm{N} = \frac{b^2r}{\sqrt{a^2r^2 - e^2.\overline{\sin.\mu}^2}}$. W. Z. F. W.

I. Zusatz. Wenn p der Parameter der Ellipse ist, so ist $a^2 : b^2 = 2a : p = \frac{2b^2}{a}$, und $p^2 = \frac{4b^4}{a^2}$; folglich ist der Krümmungs Halbmesser R $= \frac{4\,N^3}{p^2} = \frac{a^2\,N^3}{b^4} = \frac{a^2\,b^2\,r^3}{\left(a^2\,r^2 - e^2.\,\overline{\sin.\mu}^2\right)^{\frac{3}{2}}}$.

II. Zusatz. Weil $2\,a\,x - x^2 : \frac{b^4.\,\overline{\sin.\mu}^2}{a^2\,r^2 - e^2.\,\overline{\sin.\mu}^2}$ $(= y^2) = a^2 : b^2$, so ist $2\,a\,x - x^2 = \frac{a^2\,b^2.\,\overline{\sin.\mu}^2}{a^2\,r^2 - e^2.\,\overline{\sin.\mu}^2}$, und $a^2 - 2\,a\,x + x^2 = a^2 - \frac{a^2\,b^2.\,\overline{\sin.\mu}^2}{a^2\,r^2 - e^2.\,\overline{\sin.\mu}^2}$

$$= \frac{a^4\,r^2 - a^2\,e^2.\,\overline{\sin.\mu}^2 - a^2\,b^2.\,\overline{\sin.\mu}^2}{a^2\,r^2 - e^2.\,\overline{\sin.\mu}^2}$$

$= \frac{a^4\,r^2 - a^4.\,\overline{\sin.\mu}^2}{a^2\,r^2 - e^2.\,\overline{\sin.\mu}^2} = \frac{a^4.\,\overline{\cos.\mu}^2}{a^2\,r^2 - e^2.\,\overline{\sin.\mu}^2}$; folglich $a - x = \frac{a^2.\,\cos.\mu}{\sqrt{a^2\,r^2 - e^2.\,\overline{\sin.\mu}^2}}$, und endlich

$$x = a - \frac{a^2.\,\cos.\mu}{\sqrt{a^2\,r^2 - e^2.\,\overline{\sin.\mu}^2}} = a - \frac{a^2\,N.\,\cos.\mu}{b^2\,r}.$$

III. Zusatz. Wenn das elliptische Gewölb durchaus einerley Dicke c haben soll, so entsteht die äußere Krümmung des Gewölbes aus der immer gleichen Verlängerung des Krümmungs Halbmessers der Ellipse, und die Bestandtheile des elliptischen Gewölbes werden Bestandtheile von Zirkelringen seyn, derer ein Halbmesser R, der andere R + c ist; folglich wird der Halbmesser des unendlich kleinen Zirkelbogens, der den Bestandtheil des elliptischen Gewölbes in zween gleiche Theile theilt, seyn

$$= \sqrt{R^2 + Rc + \frac{c^2}{2}} = R + \frac{c}{2} + \frac{c^2}{8R}$$

$$= \frac{a^2 N^3}{b^4} + \frac{c}{2} + \frac{b^4 c^2}{8 a^2 N^3} = \varepsilon Q; \text{ somit } \varepsilon E$$

$$= \frac{c}{2} + \frac{b^4 c^2}{8 a^2 N^3}, \text{ und } e\varepsilon = \frac{c}{2} - \frac{b^4 c}{8 a^2 N^3}.$$

IV. Zusatz. $\frac{1}{\sqrt{a^2 r^2 - e^2 . \overline{\sin. \mu}^2}} = \frac{1}{ar} +$

$$\frac{1}{2} . \frac{e^2 . \overline{\sin. \mu}^2}{a^3 r^3} + \frac{1.3}{2.4} . \frac{e^4 . \overline{\sin. \mu}^4}{a^5 r^5} + \frac{1.3.5}{2.4.6} .$$

$$\frac{e^6 . \overline{\sin. \mu}^6}{a^7 r^7} \text{ \&c.}$$

$$N = \frac{b^2}{a} + \frac{1}{2} . \frac{b^2 e^2 . \overline{\sin. \mu}^2}{a^3 r^2} + \frac{1.3}{2.4} . \frac{b^2 e^4 . \overline{\sin. \mu}^4}{a^5 r^4}$$

+

$$+ \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{b^2\, e^6 .\, \overline{\text{sin.}\ \mu}^{\,6}}{a^7\, r^6} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{b^2\, e^8 .\, \overline{\text{sin.}\ \mu}^{\,8}}{a^9\, r^8} \;\&c.$$

$$N^2 = \frac{b^4\, r^2}{a^2\, r^2 - e^2 .\, \overline{\text{sin.}\ \mu}^{\,2}} = \frac{b^4}{a^2} + \frac{b^4\, e^2 .\, \overline{\text{sin.}\ \mu}^{\,2}}{a^4\, r^2}$$

$$+ \frac{b^4\, e^4 .\, \overline{\text{sin.}\ \mu}^{\,4}}{a^6\, r^4} + \frac{b^4\, e^6 .\, \overline{\text{sin.}\ \mu}^{\,6}}{a^8\, r^6} + \frac{b^4\, e^8 .\, \overline{\text{sin.}\ \mu}^{\,8}}{a^{10}\, r^8} \;\&c.$$

$$\frac{1}{\overline{a^2\, r^2 - e^2 .\, \overline{\text{sin.}\ \mu}^{\,2}}^{\,\frac{3}{2}}} = \frac{1}{a^3\, r^3} + \frac{3}{2} \cdot \frac{e^2 .\, \overline{\text{sin.}\ \mu}^{\,2}}{a^5\, r^5} +$$

$$\frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 4} \cdot \frac{e^4 .\, \overline{\text{sin.}\ \mu}^{\,4}}{a^7\, r^7} + \frac{3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{e^6\, \overline{\text{sin.}\ \mu}^{\,6}}{a^9\, r^9} +$$

$$\frac{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{e^8\, \overline{\text{sin.}\ \mu}^{\,8}}{a^{11}\, r^{11}} \;\&c.$$

$$N^3 = \frac{b^6}{a^3} + \frac{3}{2} \cdot \frac{b^6\, e^2 .\, \overline{\text{sin.}\ \mu}^{\,2}}{a^5\, r^2} + \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 4} \cdot \frac{b^6 e^4 .\, \overline{\text{sin.}\ \mu}^{\,4}}{a^7\, r^4}$$

$$+ \frac{3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{b^6\, e^6 .\, \overline{\text{sin.}\ \mu}^{\,6}}{a^9\, r^6} + \frac{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{b^6\, e^8 .\, \overline{\text{sin.}\ \mu}^{\,8}}{a^{11}\, r^8} \;\&c.$$

$$\overline{a^2\, r^2 - e^2.\, \overline{\text{ſin.}\ \mu}^2}^{\frac{3}{2}} = a^3\, r^3\ \frac{-3}{2}.\, a\, r\, e^2.\ \overline{\text{ſin.}\ \mu}^2$$

$$\frac{-3\,.\,-1}{2\,.\,4}.\ \frac{e^4.\ \overline{\text{ſin.}\ \mu}^4}{a\, r}\ \frac{-3\,.\,-1\,.\,1}{2\,.\,4\,.\,6}.\ \frac{e^6.\ \overline{\text{ſin.}\ \mu}^6}{a^3\, r^3}$$

$$\frac{-3\,.\,-1\,.\,1\,.\,3}{2\,.\,4\,.\,6\,.\,8}.\ \frac{e^8.\ \overline{\text{ſin.}\ \mu}^8}{a^5\, r^5}\ \text{\&c.}$$

$$\frac{1}{N^3} = \frac{\overline{a^2\, r^2 - e^2.\ \overline{\text{ſin.}\ \mu}^2}^{\frac{3}{2}}}{b^6\, r^3} = \frac{a^3}{b^6}\ \frac{-3}{2}.\ \frac{a\ e^2.\ \overline{\text{ſin.}\ \mu}^2}{b^6\, r^2}$$

$$\frac{-3\,.\,-1}{2\,.\,4}.\ \frac{e^4\ \overline{\text{ſin.}\ \mu}^4}{a\, b^6.\, r^4}\ \frac{-3\,.\,-1\,.\,1}{2\,.\,4\,.\,6}.\ \frac{e^6\ \overline{\text{ſin.}\ \mu}^6}{a^3\, b^6\, r^6}$$

$$\frac{-3\,.\,-1\,.\,1\,.\,3}{2\,.\,4\,.\,6\,.\,8}.\ \frac{e^8.\ \overline{\text{ſin.}\ \mu}^8}{a^5\, b^6\, r^8}\ \text{\&c.}$$

$$N^4 = \frac{b^8\, r^4}{a^4\, r^4 - 2\, a^2\, e^2\, r^2.\ \overline{\text{ſin.}\ \mu}^2 + e^4.\ \overline{\text{ſin.}\ \mu}^4} = \frac{b^8}{a^4}$$

$$+ \frac{2\ b^8\ e^2.\ \overline{\text{ſin.}\ \mu}^2}{a^6\, r^2} + \frac{3\ b^8\ e^4.\ \overline{\text{ſin.}\ \mu}^4}{a^8\, r^4} + \frac{4\ b^8\, e^6.\ \overline{\text{ſin.}\,\mu}^6}{a^{10}\, r^6}$$

$$+ \frac{5\ b^8\ e^8.\ \overline{\text{ſin.}\ \mu}^8}{a^{12}\, r^8}\ \text{\&c.}$$

$$\frac{1}{\overline{a^2\, r^2 - e^2.\ \overline{\text{ſin.}\ \mu}^2}^{\frac{5}{2}}} = \frac{1}{a^5\, r^5} + \frac{5}{2}.\ \frac{e^2.\ \overline{\text{ſin.}\ \mu}^2}{a^7\, r^7} +$$

$$\frac{5 \cdot 7}{2 \cdot 4} \cdot \frac{e^4 . \overline{\sin. \mu}^4}{a^9 \, r^9} + \frac{5 \cdot 7 \cdot 9}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{e^6 \, \overline{\sin. \mu}^6}{a^{11} \, r^{11}} +$$

$$\frac{5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{e^8 \, \overline{\sin. \mu}^8}{a^{13} \, r^{13}} \; \&c.$$

$$N^5 = \frac{b^{10}}{a^5} + \frac{5}{2} \cdot \frac{b^{10} \, e^2 . \overline{\sin. \mu}^2}{a^7 \, r^2} + \frac{5 \cdot 7}{2 \cdot 4} \cdot \frac{b^{10} e^4 . \overline{\sin \mu}^4}{a^9 \, r^4} +$$

$$\frac{5 \cdot 7 \cdot 9}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{b^{10} \, e^6 . \overline{\sin. \mu}^6}{a^{11} \, r^6} + \frac{5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot$$

$$\frac{b^{10} \, e^8 . \overline{\sin. \mu}^8}{a^{13} \, r^8} \; \&c.$$

Diese Werthe von N, N^2, N^3, $\frac{1}{N^3}$, N^4, N^5, die wir durch Annäherung gefunden, werden wir in folgenden Aufgaben brauchen; wir haben sie hieher gesetzt, um des Lesers Aufmerksamkeit hernach durch Nebengegenstände nicht zu zerstreuen.

V. Zusatz. In eben dieser Absicht wollen wir auch die Summatorien dieser Reihen, so wie sie in den folgenden Aufgaben vorkommen, mit einmal hersetzen, und weil wir sie nur für das halbe elliptische Gewölb brauchen werden, so werden wir in allen diesen Summatorien voraussetzen, daß $\mu = 90^\circ = \frac{\pi}{4}$ Wir haben überdieß die ganze Reihe auf das erste Glied allein, und eine allgemeine Formel aller folgenden eingeschränkt, wobey nur noch dieses anzumerken kömmt, daß P das gerade vorhergehende Glied, und n die Zahl der vorhergehenden Glieder bezeichne. So wird man aus dem

ersten Gliede der Reihe alle folgenden, so viel man ihrer braucht, doch je eines nach dem andern, ohnschwer erhalten können.

$$\int \frac{N \cdot \overline{fin.\,\mu}^{2} \cdot cos.\,\mu \cdot d\mu}{r^4} = \frac{1}{3} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot \frac{1}{7} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{1}{9} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{1}{11} \cdot \frac{b^2 e^8}{a^9} \;\&c.$$

$$= \frac{1}{3} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 5} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 5} \cdot \frac{3 \cdot 5}{4 \cdot 7} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 5} \cdot \frac{3 \cdot 5}{4 \cdot 7} \cdot \frac{5 \cdot 7}{6 \cdot 9} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} \;\&c.$$

$$= \frac{1}{3} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{\overline{2n-1} \cdot \overline{2n+1}}{2n \cdot \overline{2n+3}} \cdot \frac{e^2}{a^2}\, P$$

$$\int \frac{N \cdot \overline{cos.\,\mu}^{3} \cdot d\mu}{r^4} = \frac{2}{3} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot \frac{2}{5 \cdot 7} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{2}{7 \cdot 9} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{2}{9 \cdot 11} \cdot \frac{b^2 e^8}{a^9} \;\&c.$$

$$= \frac{2}{3} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1 \cdot 1}{2 \cdot 5} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1 \cdot 1}{2 \cdot 5} \cdot \frac{3 \cdot 3}{4 \cdot 7} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1 \cdot 1}{2 \cdot 5} \cdot \frac{3 \cdot 3}{4 \cdot 7} \cdot \frac{5 \cdot 5}{6 \cdot 9} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} \;\&c.$$

=

$$= \frac{2}{3} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{\overline{2n+1}^2}{2n \cdot \overline{2n+3}} \cdot \frac{e^2}{a^2} P$$

$$\int \frac{N . \overline{fin.\mu}^3 . cos.\mu . d\mu}{r^5} = \frac{1}{4} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2 \cdot 3} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot \frac{1}{2 \cdot 4} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{1}{2 \cdot 5} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{1}{2 \cdot 6} \cdot \frac{b^2 e^8}{a^9} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1 \cdot 2}{2 \cdot 3} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1 \cdot 2}{2 \cdot 3} \cdot \frac{3 \cdot 3}{4 \cdot 4} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1 \cdot 2}{2 \cdot 3} \cdot \frac{3 \cdot 3}{4 \cdot 4} \cdot \frac{5 \cdot 4}{6 \cdot 5} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1 \cdot 2}{2 \cdot 3} \cdot \frac{3 \cdot 3}{4 \cdot 4} \cdot \frac{5 \cdot 4}{6 \cdot 5} \cdot \frac{7 \cdot 5}{8 \cdot 6} \cdot \frac{b^2 e^8}{a^9} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{\overline{2n-1} . \overline{n+1}}{2n . \overline{n+2}} \cdot \frac{e^2}{a^2} P$$

$$\int \frac{N . \overline{fin.\mu}^2 . \overline{cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5} = \frac{1}{4 \cdot 4} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1 \cdot 3}{4 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{4 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot$$

$$\frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{4 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 10} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{4 \cdot 4} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{4 \cdot 4} \cdot \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 6} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{1}{4 \cdot 4} \cdot \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 6} \cdot \frac{3 \cdot 5}{4 \cdot 8} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{1}{4 \cdot 4} \cdot \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 6} \cdot \frac{3 \cdot 5}{4 \cdot 8} \cdot \frac{5 \cdot 7}{6 \cdot 10} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{4 \cdot 4} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{\overline{2n-1} \cdot \overline{2n+1}}{2n \cdot \overline{2n+4}} \cdot \frac{e^2}{a^2} \text{P}$$

$$\int \frac{\text{N} \, \mathit{fin.} \, \mu \, . \, \overline{\mathit{cos.} \, \mu}^3 \, . \, d\mu}{r^5} = \frac{1}{4} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2 \cdot 6} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot \frac{1}{3 \cdot 8} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{1}{4 \cdot 10} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{1}{5 \cdot 12} \cdot \frac{b^2 e^8}{a^9} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{5}{10} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{5}{10} \cdot \frac{7}{12} \cdot \frac{b^2 e^8}{a^9} \text{ \&c.}$$

=

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{\overline{2\,n - 1}}{\overline{2\,n + 4}} \cdot \frac{e^2}{a^2}\,\mathrm{P}$$

$$\int \frac{\mathrm{N} \,.\, \overline{\mathit{sin.}\,\mu}^{\,4} \,.\, \mathit{cos.}\,\mu \,.\, d\mu}{r^6} = \frac{1}{5} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{7} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot \frac{1}{9} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{1}{11} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{1}{13} \cdot \frac{b^2 e^8}{a^9} \;\&c.$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1 \cdot 5}{2 \cdot 7} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1 \cdot 5}{2 \cdot 7} \cdot \frac{3 \cdot 7}{4 \cdot 9} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1 \cdot 5}{2 \cdot 7} \cdot \frac{3 \cdot 7}{4 \cdot 9} \cdot \frac{5 \cdot 9}{6 \cdot 11} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1 \cdot 5}{2 \cdot 7} \cdot \frac{3 \cdot 7}{4 \cdot 9} \cdot \frac{5 \cdot 9}{6 \cdot 11} \cdot \frac{7 \cdot 11}{8 \cdot 13} \cdot \frac{b^2 e^8}{a^9} \;\&c.$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{\overline{2\,n - 1} \,.\, \overline{2\,n + 3}}{2\,n \,.\, \overline{2\,n + 5}} \cdot \frac{e^2}{a^2}\,\mathrm{P}$$

$$\int \frac{\mathrm{N} \,.\, \overline{\mathit{sin.}\,\mu}^{\,2} \,.\, \overline{\mathit{cos.}\,\mu}^{\,3} \,.\, d\mu}{r^6} = \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5 \cdot 7} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot \frac{2}{7 \cdot 9} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{2}{9 \cdot 11} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{2}{11 \cdot 13} \cdot \frac{b^2 e^8}{a^9} \;\&c.$$

=

$$= \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 7} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 7} \cdot \frac{3 \cdot 5}{4 \cdot 9} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 7} \cdot \frac{3 \cdot 5}{4 \cdot 9} \cdot \frac{5 \cdot 7}{6 \cdot 11} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{\overline{2n-1} \cdot \overline{2n+1}}{2n \cdot \overline{2n+5}} \cdot \frac{e^2}{a^2} \, P$$

$$\int \frac{N . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^4 . d\mu}{r^6} = \frac{1}{5} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1 \cdot 2}{5 \cdot 7} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot \frac{1 \cdot 2 \cdot 4}{5 \cdot 7 \cdot 9} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 6}{5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8}{5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11 \cdot 13} \cdot \frac{b^2 e^8}{a^9} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{7} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{7} \cdot \frac{3}{9} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{7} \cdot \frac{3}{9} \cdot \frac{5}{11} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{7} \cdot \frac{3}{9} \cdot \frac{5}{11} \cdot \frac{7}{13} \cdot \frac{b^2 e^8}{a^9} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{2n-1}{2n+5} \cdot \frac{e^2}{a^2} \, P$$

$$\int \frac{N^2 . \overline{\sin. \mu}^4 . \cos. \mu . d\mu}{r^7} = \frac{1}{5} \cdot \frac{b^4}{a^2} + \frac{1}{7} \cdot \frac{b^4 e^2}{a^4} + \frac{1}{9} \cdot \frac{b^4 e^4}{a^6} + \frac{1}{11} \cdot \frac{b^4 e^6}{a^8} + \frac{1}{13} \cdot \frac{b^4 e^8}{a^{10}} \text{ \&c.}$$

=

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^4}{a^2} + \frac{1}{5} \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{b^4 e^2}{a^4} + \frac{1}{5} \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{7}{9} \cdot \frac{b^4 e^4}{a^6} + \frac{1}{5} \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{7}{9} \cdot \frac{9}{11} \cdot \frac{b^4 e^6}{a^8} + \frac{1}{5} \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{7}{9} \cdot \frac{9}{11} \cdot \frac{11}{13} \cdot \frac{b^4 e^8}{a^{10}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^4}{a^2} + \frac{2n+3}{2n+7} \cdot \frac{e^2}{a^2} \, P$$

$$\int \frac{N^2 \,.\, \overline{\sin.\,\mu}^2 \,.\, \overline{\cos.\,\mu}^3 \,.\, d\mu}{r^6} = \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{b^4}{a^2} + \frac{2}{5 \cdot 7} \cdot \frac{b^4 e^2}{a^4} + \frac{2}{7 \cdot 9} \cdot \frac{b^4 e^4}{a^6} + \frac{2}{9 \cdot 11} \cdot \frac{b^4 e^6}{a^8} + \frac{2}{11 \cdot 13} \cdot \frac{b^4 e^8}{a^{10}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{b^4}{a^2} + \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{3}{7} \cdot \frac{b^4 e^2}{a^4} + \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{3}{7} \cdot \frac{5}{9} \cdot \frac{b^4 e^4}{a^6} + \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{3}{7} \cdot \frac{5}{9} \cdot \frac{7}{11} \cdot \frac{b^4 e^6}{a^8} + \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{3}{7} \cdot \frac{5}{9} \cdot \frac{7}{11} \cdot \frac{9}{13} \cdot \frac{b^4 e^8}{a^{10}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{b^4}{a^2} + \frac{2n+1}{2n+5} \cdot \frac{e^2}{a^2} \, P$$

$$\int \frac{N^2 \,.\, \sin.\,\mu \,.\, \overline{\cos.\,\mu}^4 \,.\, d\mu}{r^6} = \frac{1}{5} \cdot \frac{b^4}{a^2} + \frac{1 \cdot 2}{5 \cdot 7} \cdot \frac{b^4 e^2}{a^4} + \frac{1 \cdot 2 \cdot 4}{5 \cdot 7 \cdot 9} \cdot \frac{b^4 e^4}{a^6} + \frac{1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 6}{5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11} \cdot \frac{b^4 e^6}{a^8} + \frac{1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8}{5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11 \cdot 13} \cdot \frac{b^4 e^8}{a^{10}} \text{ \&c.} =$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^4}{a^2} + \frac{2\,n}{2\,n+5} \cdot \frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int \frac{N^3 \,.\, sin.\,\mu \,.\, cos.\,\mu \,.\, d\mu}{r^3} = \frac{1}{2} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{b^6\,e^2}{a^5}$$

$$+ \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 4} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{b^6\,e^4}{a^7} + \frac{3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{b^6\,e^6}{a^9} +$$

$$\frac{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{b^4\,e^8}{a^{11}} \;\&c.$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{b^6\,e^2}{a^5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{b^6\,e^4}{a^7} + \frac{1}{2} \cdot$$

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{7}{8} \cdot \frac{b^6\,e^6}{a^9} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{7}{8} \cdot \frac{9}{10} \cdot \frac{b^6\,e^8}{a^{11}} \;\&c.$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{2\,n+1}{2\,n+2} \cdot \frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int \frac{N^3 \,.\, \overline{cos.\,\mu}^2 \,.\, d\mu}{r^3} = \frac{1}{4} \cdot \frac{\pi}{2\,r} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{4 \cdot 4} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot$$

$$\frac{b^6\,e^2}{a^5} + \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 4} \cdot \frac{3}{4 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^6\,e^4}{a^7} +$$

$$\frac{3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{3 \cdot 5}{4 \cdot 4\; 6 \,.\, 8} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^6\,e^6}{a^9} +$$

$$\frac{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{3 \cdot 5 \cdot 7}{4 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 10} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot$$

$$\frac{b^6\,e^8}{a^{11}} \;\&c.$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^6\,e^2}{a^5} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot$$

$$\frac{3\cdot5}{4\cdot6}\cdot\frac{\pi}{2r}\cdot\frac{b^6e^4}{a^7}+\frac{1}{4}\cdot\frac{1\cdot3}{2\cdot4}\cdot\frac{3\cdot5}{4\cdot6}\cdot\frac{5\cdot7}{6\cdot8}\cdot\frac{\pi}{2r}\cdot\frac{b^6e^6}{a^9}+\frac{1}{4}\cdot\frac{1\cdot3}{2\cdot4}\cdot\frac{3\cdot5}{4\cdot6}\cdot\frac{5\cdot7}{6\cdot8}\cdot\frac{7\cdot9}{8\cdot10}\cdot\frac{\pi}{2r}\cdot\frac{b^6e^8}{a^{11}}\ \text{\&c.}$$

$$=\frac{1}{4}\cdot\frac{\pi}{2r}\cdot\frac{b^6}{a^3}+\frac{\overline{2n-1}\cdot\overline{2n+1}}{2n\cdot\overline{2n+2}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int\frac{N^3\cdot\overline{\sin.\mu}^2\cdot\cos.\mu\cdot d\mu}{r^4}=\frac{1}{3}\cdot\frac{b^6}{a^3}+\frac{3}{2}\cdot\frac{1}{5}\cdot\frac{b^6e^2}{a^5}+\frac{3\cdot5}{2\cdot4}\cdot\frac{1}{7}\cdot\frac{b^6e^4}{a^7}+\frac{3\cdot5\cdot7}{2\cdot4\cdot6}\cdot\frac{1}{9}\cdot\frac{b^6e^6}{a^9}+\frac{3\cdot5\cdot7\cdot9}{2\cdot4\cdot6\cdot8}\cdot\frac{1}{11}\cdot\frac{b^6e^8}{a^{11}}\ \text{\&c.}$$

$$=\frac{1}{3}\cdot\frac{b^6}{a^3}+\frac{1}{3}\cdot\frac{3\cdot3}{2\cdot5}\cdot\frac{b^6e^2}{a^5}+\frac{1}{3}\cdot\frac{3\cdot3}{2\cdot5}\cdot\frac{5\cdot5}{4\cdot7}\cdot\frac{b^6e^4}{a^7}+\frac{1}{3}\cdot\frac{3\cdot3}{2\cdot5}\cdot\frac{5\cdot5}{4\cdot7}\cdot\frac{7\cdot7}{6\cdot9}\cdot\frac{b^6e^6}{a^9}+\frac{1}{3}\cdot\frac{3\cdot3}{2\cdot5}\cdot\frac{5\cdot5}{4\cdot7}\cdot\frac{7\cdot7}{6\cdot9}\cdot\frac{9\cdot9}{8\cdot11}\cdot\frac{b^6e^8}{a^{11}}\ \text{\&c.}$$

$$=\frac{1}{3}\cdot\frac{b^6}{a^3}+\frac{\overline{2n+1}^2}{2n\cdot\overline{2n+3}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int\frac{N^3\cdot\sin.\mu\cdot\overline{\cos.\mu}^2\cdot d\mu}{r^4}=\frac{1}{3}\cdot\frac{b^6}{a^3}+\frac{3}{2}\cdot\frac{2}{3\cdot5}\cdot$$

$$\frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{3\cdot5}{2\cdot4}\cdot\frac{2\cdot4}{3\cdot5\cdot7}\cdot\frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{3\cdot5\cdot7}{2\cdot4\cdot6}\cdot\frac{2\cdot4\cdot6}{3\cdot5\cdot7\cdot9}\cdot\frac{b^6 e^6}{a^9} + \frac{3\cdot5\cdot7\cdot9}{2\cdot4\cdot6\cdot8}\cdot\frac{2\cdot4\cdot6\cdot8}{3\cdot5\cdot7\cdot9\cdot11}\cdot\frac{b^6 e^8}{a^{11}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{3}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{1}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{1}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{5}{7}\cdot\frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{1}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{5}{7}\cdot\frac{7}{9}\cdot\frac{b^6 e^6}{a^9} + \frac{1}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{5}{7}\cdot\frac{7}{9}\cdot\frac{9}{11}\cdot\frac{b^6 e^8}{a^{11}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{3}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{2n+1}{2n+3}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int\frac{N^3 . \overline{cos.\,\mu}^3 . d\mu}{r^4} = \frac{2}{3}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{3}{2}\cdot\frac{2}{3\cdot5}\cdot\frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{3\cdot5}{2\cdot4}\cdot\frac{2}{5\cdot7}\cdot\frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{3\cdot5\cdot7}{2\cdot4\cdot6}\cdot\frac{2}{7\cdot9}\cdot\frac{b^6 e^6}{a^9} + \frac{3\cdot5\cdot7\cdot9}{2\cdot4\cdot6\cdot8}\cdot\frac{2}{9\cdot11}\cdot\frac{b^6 e^8}{a^{11}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{2}{3}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{2}{3}\cdot\frac{1\cdot3}{2\cdot5}\cdot\frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{2}{3}\cdot\frac{1\cdot3}{2\cdot5}\cdot\frac{3\cdot5}{4\cdot7}\cdot\frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{2}{3}\cdot\frac{1\cdot3}{2\cdot5}\cdot\frac{3\cdot5}{4\cdot7}\cdot\frac{5\cdot7}{6\cdot9}\cdot\frac{b^6 e^6}{a^9} + \frac{2}{3}\cdot\frac{1\cdot3}{2\cdot5}\cdot\frac{3\cdot5}{4\cdot7}\cdot\frac{5\cdot7}{6\cdot9}\cdot\frac{7\cdot9}{8\cdot11}\cdot\frac{b^6 e^8}{a^{11}} \text{ \&c.}$$

=

$$= \frac{2}{3} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{\overline{2n-1} \cdot \overline{2n+1}}{2n \cdot \overline{2n+3}} \cdot \frac{e^2}{a^2} \, P$$

$$\int \frac{N^3 \cdot \overline{fin. \, \mu}^3 \cdot cos. \, \mu \cdot d\mu}{r^5} = \frac{1}{4} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 4} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{b^6 e^6}{a^9} + \frac{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{1}{12} \cdot \frac{b^6 e^8}{a^{11}} \; \&c.$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{1}{4} \cdot \frac{2 \cdot 3}{1 \cdot 6} \cdot \frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{1}{4} \cdot \frac{2 \cdot 3}{1 \cdot 6} \cdot \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 8} \cdot \frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{1}{4} \cdot \frac{2 \cdot 3}{1 \cdot 6} \cdot \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 8} \cdot \frac{4 \cdot 7}{3 \cdot 10} \cdot \frac{b^6 e^6}{a^9} + \frac{1}{4} \cdot \frac{2 \cdot 3}{1 \cdot 6} \cdot \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 8} \cdot \frac{4 \cdot 7}{3 \cdot 10} \cdot \frac{5 \cdot 9}{4 \cdot 12} \cdot \frac{b^6 e^8}{a^{11}} \; \&c.$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{\overline{n+1} \cdot \overline{2n+1}}{n \cdot \overline{2n+4}} \cdot \frac{e^2}{a^2} \, P$$

$$\int \frac{N^3 \cdot \overline{fin. \, \mu}^2 \cdot \overline{cos. \, \mu}^2 \cdot d\mu}{r^5} = \frac{1}{16} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{8 \cdot 2 \cdot 6} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 4} \cdot \frac{3 \cdot 5}{8 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{3 \cdot 5 \cdot 7}{8 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 10} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^6 e^6}{a^9} \; \&c.$$

$$= \frac{1}{16}\cdot\frac{\pi}{2r}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{1}{16}\cdot\frac{3\cdot3}{2\cdot6}\cdot\frac{\pi}{2r}\cdot\frac{b^6e^2}{a^5} + \frac{1}{16}\cdot\frac{3\cdot3}{2\cdot6}\cdot\frac{5\cdot5}{4\cdot8}\cdot\frac{\pi}{2r}\cdot\frac{b^6e^4}{a^7} + \frac{1}{16}\cdot\frac{3\cdot3}{2\cdot6}\cdot\frac{5\cdot5}{4\cdot8}\cdot\frac{7\cdot7}{6\cdot10}\cdot\frac{\pi}{2r}\cdot\frac{b^6e^6}{a^9}\ \&c.$$

$$= \frac{1}{16}\cdot\frac{\pi}{2r}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{\overline{2n+1}^{\,2}}{2n+\overline{2n+4}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int\frac{N^3.\,\mathit{sin}.\,\mu\,.\,\overline{\mathit{cos}.\,\mu}^{\,3}\,.\,d\mu}{r^5} = \frac{1}{4}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{3}{2}\cdot\frac{1}{3\cdot4}\cdot\frac{b^6e^2}{a^5} + \frac{3\cdot5}{2\cdot4}\cdot\frac{1}{4\cdot6}\cdot\frac{b^6e^4}{a^7} + \frac{3\cdot5\cdot7}{2\cdot4\cdot6}\cdot\frac{1}{5\cdot8}\cdot\frac{b^6e^6}{a^9} + \frac{3\cdot5\cdot7\cdot9}{2\cdot4\cdot6\cdot8}\cdot\frac{1}{6\cdot10}\cdot\frac{b^6e^8}{a^{11}}\ \&c.$$

$$= \frac{1}{4}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{1}{4}\cdot\frac{3}{6}\cdot\frac{b^6e^2}{a^5} + \frac{1}{4}\cdot\frac{3}{6}\cdot\frac{5}{8}\cdot\frac{b^6e^4}{a^7} + \frac{1}{4}\cdot\frac{3}{6}\cdot\frac{5}{8}\cdot\frac{7}{10}\cdot\frac{b^6e^6}{a^9} + \frac{1}{4}\cdot\frac{3}{6}\cdot\frac{5}{8}\cdot\frac{7}{10}\cdot\frac{9}{12}\cdot\frac{b^6e^8}{a^{11}}\ \&c.$$

$$= \frac{1}{4}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{2n+1}{2n+4}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int\frac{N^3.\,\mathit{sin}.\,\overline{\mu}^{\,4}.\,\mathit{cos}.\,\mu\,.\,d\mu}{r^6} = \frac{1}{5}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{3}{2}\cdot\frac{1}{7}\cdot\frac{b^6e^2}{a^5}$$

$$+\frac{3\cdot5}{2\cdot4}\cdot\frac{1}{9}\cdot\frac{b^6e^4}{a^7}+\frac{3\cdot5\cdot7}{2\cdot4\cdot6}\cdot\frac{1}{11}\cdot\frac{b^6e^6}{a^9}+\frac{3\cdot5\cdot7\cdot9}{2\cdot4\cdot6\cdot8}\cdot\frac{1}{13}\cdot\frac{b^6e^8}{a^{11}}\ \&c.$$

$$=\frac{1}{5}\cdot\frac{b^6}{a^3}+\frac{1}{5}\cdot\frac{3\cdot5}{2\cdot7}\cdot\frac{b^6e^2}{a^5}+\frac{1}{5}\cdot\frac{3\cdot5}{2\cdot7}\cdot\frac{5\cdot7}{4\cdot9}\cdot\frac{b^6e^4}{a^7}+\frac{1}{5}\cdot\frac{3\cdot5}{2\cdot7}\cdot\frac{5\cdot7}{4\cdot9}\cdot\frac{7\cdot9}{6\cdot11}\cdot\frac{b^6e^6}{a^9}+\frac{1}{5}\cdot\frac{3\cdot5}{2\cdot7}\cdot\frac{5\cdot7}{4\cdot9}\cdot\frac{7\cdot9}{6\cdot11}\cdot\frac{9\cdot11}{8\cdot13}\cdot\frac{b^6e^8}{a^{11}}\ \&c.$$

$$=\frac{1}{5}\cdot\frac{b^6}{a^3}+\frac{\overline{2n+1}\,.\,\overline{2n+3}}{2n\,.\,\overline{2n+5}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int\frac{N^3.\,\overline{\sin.\,\mu}^{\,2}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{\,3}\,.\,d\mu}{r^6}=\frac{2}{3\cdot5}\cdot\frac{b^6}{a^3}+\frac{3}{2}\cdot\frac{2}{5\cdot7}\cdot\frac{b^6e^2}{a^5}+\frac{3\cdot5}{2\cdot4}\cdot\frac{2}{7\cdot9}\cdot\frac{b^6e^4}{a^7}+\frac{3\cdot5\cdot7}{2\cdot4\cdot6}\cdot\frac{2}{9\cdot11}\cdot\frac{b^6e^6}{a^9}+\frac{3\cdot5\cdot7\cdot9}{2\cdot4\cdot6\cdot8}\cdot\frac{2}{11\cdot13}\cdot\frac{b^6e^8}{a^{11}}\ \&c.$$

$$=\frac{2}{3\cdot5}\cdot\frac{b^6}{a^3}+\frac{2}{3\cdot5}\cdot\frac{3\cdot3}{2\cdot7}\cdot\frac{b^6e^2}{a^5}+\frac{2}{3\cdot5}\cdot\frac{3\cdot3}{2\cdot7}\cdot\frac{5\cdot5}{4\cdot9}\cdot\frac{b^6e^4}{a^7}+\frac{2}{3\cdot5}\cdot\frac{3\cdot3}{2\cdot7}\cdot\frac{5\cdot5}{4\cdot9}\cdot\frac{7\cdot7}{6\cdot11}\cdot\frac{b^6e^6}{a^9}\ \&c.$$

$$= \frac{2}{3\cdot 5}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{\overline{2n+1}^2}{2n\cdot\overline{2n+5}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int\frac{N^3\cdot fin.\,\mu\cdot\overline{cos.\,\mu}^4\cdot d\mu}{r^6} = \frac{1}{5}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{3}{2}\cdot\frac{1\cdot 2}{5\cdot 7}\cdot\frac{b^6\,e^2}{a^5} + \frac{3\cdot 5}{2\cdot 4}\cdot\frac{1\cdot 2\cdot 4}{5\cdot 7\cdot 9}\cdot\frac{b^6\,e^4}{a^7} + \frac{3\cdot 5\cdot 7}{2\cdot 4\cdot 6}\cdot\frac{1\cdot 2\cdot 4\cdot 6}{5\cdot 7\cdot 9\cdot 11}\cdot\frac{b^6\,e^6}{a^9} + \frac{3\cdot 5\cdot 7\cdot 9}{2\cdot 4\cdot 6\cdot 8}\cdot\frac{1\cdot 2\cdot 4\cdot 6\cdot 8}{5\cdot 7\cdot 9\cdot 11\cdot 13}\cdot\frac{b^6\,e^8}{a^{11}}\,\&c.$$

$$= \frac{1}{5}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{1}{5}\cdot\frac{3}{7}\cdot\frac{b^6\,e^2}{a^5} + \frac{1}{5}\cdot\frac{3}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{b^6\,e^4}{a^7} + \frac{1}{5}\cdot\frac{3}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{7}{11}\cdot\frac{b^6\,e^6}{a^9} + \frac{1}{5}\cdot\frac{3}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{7}{11}\cdot\frac{9}{13}\cdot\frac{b^6\,e^8}{a^{11}}\,\&c.$$

$$= \frac{1}{5}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{2n+1}{2n+5}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int\frac{fin.\,\mu\cdot\overline{cos.\,\mu}^2\cdot d\mu}{N^3\,r^4} = \frac{1}{3}\cdot\frac{a^3}{b^6} - \frac{3}{2}\cdot\frac{1}{5}\cdot\frac{a\,e^2}{b^6} \frac{-3\cdot -1}{2\cdot 4}\cdot\frac{1}{7}\cdot\frac{e^4}{a\,b^6} \frac{-3\cdot -1\cdot 1}{2\cdot 4\cdot 6}\cdot\frac{1}{9}\cdot\frac{e^6}{a^3\,b^6} \frac{-3\cdot -1\cdot 1\cdot 3}{2\cdot 4\cdot 6\cdot 8}\cdot\frac{1}{11}\cdot\frac{e^8}{a^5\,b^6}\,\&c.$$

=

$$= \frac{1}{3}\,\frac{a^3}{b^6} + \frac{1}{3}\cdot\frac{-3\cdot 3}{2\cdot 5}\cdot\frac{a\,e^2}{b^6} + \frac{1}{3}\cdot\frac{-3\cdot 3}{2\cdot 5}\cdot\frac{-1\cdot 5}{4\cdot 7}\cdot\frac{e^4}{a\,b^6} + \frac{1}{3}\cdot\frac{-3\cdot 3}{2\cdot 5}\cdot\frac{-1\cdot 5}{4\cdot 7}\cdot\frac{1\cdot 7}{6\cdot 9}\cdot\frac{e^6}{a^3\,b^6}\ \&c.$$

$$= \frac{1}{3}\cdot\frac{a^3}{b^6} + \frac{\overline{2n-5}\cdot\overline{2n+1}}{2n\cdot\overline{2n+3}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int\frac{\overline{\cos.\mu}^3\,.\,d\mu}{N^3\cdot r^4} = \frac{2}{3}\cdot\frac{a^3}{b^6}\,\frac{-3}{2}\cdot\frac{2}{3\cdot 5}\cdot\frac{a\,e^2}{b^6}\,\frac{-3\cdot -1}{2\cdot 4}\cdot\frac{2}{5\cdot 7}\cdot\frac{e^4}{a\,b^6}\,\frac{-3\cdot -1:1}{2\cdot 4\cdot 6}\cdot\frac{2}{7\cdot 9}\cdot\frac{e^6}{a^3\,b^6}\,\frac{-3\cdot -1\cdot 1\cdot 3}{2\cdot 4\cdot 6\cdot 8}\cdot\frac{2}{9\cdot 11}\cdot\frac{e^8}{a^5\,b^6}\ \&c.$$

$$= \frac{2}{3}\cdot\frac{a^3}{b^6} + \frac{2}{3}\cdot\frac{-3\cdot 1}{2\cdot 5}\cdot\frac{a\,e^2}{b^6} + \frac{2}{3}\cdot\frac{-3\cdot 1}{2\cdot 5}\cdot\frac{-1\cdot 3}{4\cdot 7}\cdot\frac{e^4}{a\,b^6} + \frac{2}{3}\cdot\frac{-3\cdot 1}{2\cdot 5}\cdot\frac{-1\cdot 3}{4\cdot 7}\cdot\frac{1\cdot 5}{6\cdot 9}\cdot\frac{e^6}{a^3\,b^6}\ \&c.$$

$$= \frac{2}{3}\cdot\frac{a^3}{b^6} + \frac{\overline{2n-5}\cdot\overline{2n-1}}{2n\cdot\overline{2n+3}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int\frac{N^4.\,\sin.\mu\,.\,\overline{\cos.\mu}\,.\,d\mu}{r^4} = \frac{1}{3}\cdot\frac{b^8}{a^4} + \frac{2}{5}\cdot\frac{b^8\,e^2}{a^6} +$$

$$\frac{3}{7}\cdot\frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{4}{9}\cdot\frac{b^8 e^6}{a^{10}} + \frac{5}{11}\cdot\frac{b^8 e^8}{a^{12}} \ \&c.$$

$$= \frac{1}{3}\cdot\frac{b^8}{a^4} + \frac{1}{3}\cdot\frac{2\cdot 3}{1\cdot 5}\cdot\frac{b^8 e^2}{a^6}\cdot\frac{1}{3}\cdot\frac{2\cdot 3}{1\cdot 5}\cdot\frac{3\cdot 5}{2\cdot 7}\cdot\frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{1}{3}\cdot\frac{2\cdot 3}{1\cdot 5}\cdot\frac{3\cdot 5}{2\cdot 7}\cdot\frac{4\cdot 7}{3\cdot 9}\cdot\frac{b^8 e^6}{a^{10}} \ \&c.$$

$$= \frac{1}{3}\cdot\frac{b^8}{a^4} + \frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n+1}}{n\,.\,\overline{2n+3}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int\frac{N^4.\ \overline{cos.\ \mu}^3.\ d\mu}{r^4} = \frac{2}{3}\cdot\frac{b^8}{a^4} + \frac{2\cdot 2}{3\cdot 5}\cdot\frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{3\cdot 2}{5\cdot 7}\cdot\frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{4\cdot 2}{7\cdot 9}\cdot\frac{b^8 e^6}{a^{10}} + \frac{5\cdot 2}{9\cdot 11}\cdot\frac{b^8 e^8}{a^{12}} \ \&c.$$

$$= \frac{2}{3}\cdot\frac{b^8}{a^4} + \frac{2}{3}\cdot\frac{2\cdot 1}{1\cdot 5}\cdot\frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{2}{3}\cdot\frac{2\cdot 1}{1\cdot 5}\cdot\frac{3\cdot 3}{2\cdot 7}\cdot\frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{2}{3}\cdot\frac{2\cdot 1}{1\cdot 5}\cdot\frac{3\cdot 3}{2\cdot 7}\cdot\frac{4\cdot 5}{3\cdot 9}\cdot\frac{b^8 e^6}{a^{10}} + \frac{2}{3}\cdot\frac{2\cdot 1}{1\cdot 5}\cdot\frac{3\cdot 3}{2\cdot 7}\cdot\frac{4\cdot 5}{3\cdot 9}\cdot\frac{5\cdot 7}{4\cdot 11}\cdot\frac{b^8 e^8}{a^{12}} \ \&c.$$

$$= \frac{2}{3}\cdot\frac{b^8}{a^4} + \frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n-1}}{n\,.\,\overline{2n+3}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int \frac{N^4 . \overline{\sin.\ \mu}^{\,3} . \cos.\ \mu\, d\mu}{r^5} = \frac{1}{4} \cdot \frac{b^8}{a^4} + \frac{2}{6} \cdot \frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{3}{8} \cdot \frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{4}{10} \cdot \frac{b^8 e^6}{a^{10}} + \frac{5}{12} \cdot \frac{b^8 e^8}{a^{12}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{b^8}{a^4} + \frac{1}{4} \cdot \frac{2 . 2}{1 . 3} \cdot \frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{1}{4} \cdot \frac{2 . 2}{1 . 3} \cdot \frac{3 . 3}{2 . 4} \cdot \frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{1}{4} \cdot \frac{2 . 2}{2 . 3} \cdot \frac{3 . 3}{2 . 4} \cdot \frac{4 . 4}{3 . 5} \cdot \frac{b^8 e^6}{a^{10}} + \frac{1}{4} \cdot \frac{2 . 2}{1 . 3} \cdot \frac{3 . 3}{2 . 4} \cdot \frac{4 . 4}{3 . 5} \cdot \frac{5 . 5}{4 . 6} \cdot \frac{b^8 e^8}{a^{12}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{b^8}{a^4} + \frac{\overline{n + 1}^{\,2}}{n . \overline{n + 2}} \cdot \frac{e^2}{a^2} P$$

$$\int \frac{N^4 . \overline{\sin.\ \mu}^{\,2} . \overline{\cos.\ \mu}^{\,2} . d\mu}{r^5} = \frac{1}{16} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^8}{a^4} + \frac{2 . 3}{16 . 6} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^8 e^2}{a^8} + \frac{3 . 3 . 5}{16 . 6 . 8} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{4 . 3 . 5 . 7}{16 . 6 . 8 . 10} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^8 e^6}{a^{10}} + \frac{5 . 3 . 5 . 7 . 9}{16 . 6 . 8 . 10 . 12} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^8 e^8}{a^{12}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{16} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^8}{a^4} + \frac{1}{16} \cdot \frac{2 . 3}{1 . 6} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{1}{16} \cdot \frac{2 . 3}{1 . 6} \cdot \frac{3 . 5}{2 . 8} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{1}{16} \cdot \frac{2 . 3}{1 . 6} \cdot$$

$$\frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 8} \cdot \frac{4 \cdot 7}{3 \cdot 10} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^8 e^6}{a^{10}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{16} \cdot \frac{\pi}{2r} \cdot \frac{b^8}{a^4} + \frac{\overline{n+1} \cdot \overline{2n+1}}{n \cdot \overline{2n+4}} \cdot \frac{e^2}{a^2} \text{ P}$$

$$\int \frac{\text{N}^4 . \textit{fin.}\, \mu \, . \, \overline{\textit{cos.}\, \mu}^3 \, . \, d\mu}{r^5} = \frac{1}{4} \cdot \frac{b^8}{a^4} + \frac{2}{3 \cdot 4} \cdot \frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{3}{4 \cdot 6} \cdot \frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{4}{5 \cdot 8} \cdot \frac{b^8 e^6}{a^{10}} + \frac{5}{6 \cdot 10} \cdot \frac{b^8 e^8}{a^{12}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{b^8}{a^4} + \frac{1}{4} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{1}{4} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{1}{4} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{b^8 e^6}{a^{10}} + \frac{1}{4} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{b^8 e^8}{a^{12}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{b^8}{a^4} + \frac{n+1}{n+2} \cdot \frac{e^2}{a^2} \text{ P}.$$

$$\int \frac{\text{N}^4 . \textit{fin.}\, \overline{\mu}^4 \, . \, \textit{cos.}\, \mu \, d\mu}{r^6} = \frac{1}{5} \cdot \frac{b^8}{a^4} + \frac{2}{7} \cdot \frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{3}{9} \cdot \frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{4}{11} \cdot \frac{b^8 e^6}{a^{10}} + \frac{5}{13} \cdot \frac{b^8 e^8}{a^{12}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^8}{a^4} + \frac{1}{5} \cdot \frac{2 \cdot 5}{1 \cdot 7} \cdot \frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{1}{5} \cdot$$

2

$$\frac{2\cdot5}{1\cdot7}\cdot\frac{3\cdot7}{2\cdot9}\cdot\frac{b^8e^4}{a^8}+\frac{1}{5}\cdot\frac{2\cdot5}{1\cdot7}\cdot$$
$$\frac{3\cdot7}{2\cdot9}\cdot\frac{4\cdot9}{3\cdot11}\cdot\frac{b^8e^6}{a^{10}}+\frac{1}{5}\cdot\frac{2\cdot5}{1\cdot7}\cdot$$
$$\frac{3\cdot7}{2\cdot9}\cdot\frac{4\cdot9}{3\cdot11}\cdot\frac{5\cdot11}{4\cdot13}\cdot\frac{b^8e^8}{a^{12}}\ \text{\&c.}$$

$$=\frac{1}{5}\cdot\frac{b^8}{a^4}+\frac{\overline{n+1}\cdot\overline{2n+3}}{n\cdot\overline{2n+5}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int^{\prime}\frac{N^4.\ \overline{\sin.\ \mu}^2.\ \overline{\cos.\ \mu}^3.\ d\mu}{r^6}=\frac{2}{3\cdot5}\cdot\frac{b^8}{a^4}+$$
$$\frac{2\cdot2}{5\cdot7}\cdot\frac{b^8e^2}{a^6}+\frac{2\cdot3}{7\cdot9}\cdot\frac{b^8e^4}{a^8}+\frac{2\cdot4}{9\cdot11}\cdot\frac{b^8e^6}{a^{10}}$$
$$+\frac{2\cdot5}{11\cdot13}\cdot\frac{b^8e^8}{a^{12}}\ \text{\&c.}$$
$$=\frac{2}{3\cdot5}\cdot\frac{b^8}{a^4}+\frac{2}{3\cdot5}\cdot\frac{2\cdot3}{1\cdot7}\cdot\frac{b^8e^2}{a^6}+\frac{2}{3\cdot5}\cdot$$
$$\frac{2\cdot3}{1\cdot7}\cdot\frac{3\cdot5}{2\cdot9}\cdot\frac{b^8e^4}{a^8}+\frac{2}{3\cdot5}\cdot\frac{2\cdot3}{1\cdot7}\cdot\frac{3\cdot5}{2\cdot9}\cdot$$
$$\frac{4\cdot7}{3\cdot11}\cdot\frac{b^8e^6}{a^{10}}\ \text{\&c.}$$

$$=\frac{2}{3\cdot5}\cdot\frac{b^8}{a^4}+\frac{\overline{n+1}\cdot\overline{2n+1}}{n\cdot\overline{2n+5}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int\frac{N^4.\ \sin.\ \mu.\ \overline{\cos.\ \mu}^4.\ d\mu}{r^6}=\frac{1}{5}\cdot\frac{b^8}{a^4}+\frac{2\cdot2}{5\cdot7}\cdot$$

b^8

$$\frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{2 \cdot 4 \cdot 3}{5 \cdot 7 \cdot 9} \cdot \frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 4}{5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11} \cdot \frac{b^8 e^6}{a^{10}} + \frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 5}{5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11 \cdot 13} \cdot \frac{b^8 e^8}{a^{12}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^8}{a^4} + \frac{1}{5} \cdot \frac{4}{7} \cdot \frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{1}{5} \cdot \frac{4}{7} \cdot \frac{6}{9} \cdot \frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{1}{5} \cdot \frac{4}{7} \cdot \frac{6}{9} \cdot \frac{8}{11} \cdot \frac{b^8 e^6}{a^{10}} + \frac{1}{5} \cdot \frac{4}{7} \cdot \frac{6}{9} \cdot \frac{8}{11} \cdot \frac{10}{13} \cdot \frac{b^8 e^8}{a^{12}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^8}{a^4} + \frac{2n+2}{2n+5} \cdot \frac{e^2}{a^2} \, P$$

$$\int \frac{N^5 . \overline{fin. \mu}^4 . cos. \mu . d\mu}{r^6} = \frac{1}{5} \cdot \frac{b^{10}}{a^5} + \frac{5}{2} \cdot \frac{1}{7} \cdot \frac{b^{10} e^2}{a^7} + \frac{5 \cdot 7}{2 \cdot 4} \cdot \frac{1}{9} \cdot \frac{b^{10} e^4}{a^9} + \frac{5 \cdot 7 \cdot 9}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{1}{11} \cdot \frac{b^{10} e^6}{a^{11}} + \frac{5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{1}{13} \cdot \frac{b^{10} e^8}{a^{13}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^{10}}{a^5} + \frac{1}{5} \cdot \frac{5 \cdot 5}{2 \cdot 7} \cdot \frac{b^{10} e^2}{a^7} + \frac{1}{5} \cdot \frac{5 \cdot 5}{2 \cdot 7} \cdot \frac{7 \cdot 7}{4 \cdot 9} \cdot \frac{b^{10} e^4}{a^9} + \frac{1}{5} \cdot \frac{5 \cdot 5}{2 \cdot 7} \cdot \frac{7 \cdot 7}{4 \cdot 9} \cdot \frac{9 \cdot 9}{6 \cdot 11} \cdot \frac{b^{10} e^6}{a^{11}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^{10}}{a^5} + \frac{\overline{2n+3}^2}{2n . \overline{2n+5}} \cdot \frac{e^2}{a^2} \, P$$

ſ

$$\int \frac{N^5 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{r^6} = \frac{2}{3 . 5} . \frac{b^{10}}{a^5} + \frac{5}{2} . \frac{2}{5 . 7} . \frac{b^{10}\ e^2}{a^7} + \frac{5 . 7}{2 . 4} . \frac{2}{7 . 9} . \frac{b^{10}\ e^4}{a^9} + \frac{5 . 7 . 9}{2 . 4 . 6} . \frac{2}{9 . 11} . \frac{b^{10}\ e^6}{a^{11}} + \frac{5 . 7 . 9 . 11}{2 . 4 . 6 . 8} . \frac{2}{11 . 13} . \frac{b^{10}\ e^8}{a^{13}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{2}{3 . 5} . \frac{b^{10}}{a^5} + \frac{2}{3 . 5} . \frac{3 . 5}{2 . 7} . \frac{b^{10}\ e^2}{a^7} + \frac{2}{3 . 5} . \frac{3 . 5}{2 . 7} . \frac{5 . 7}{4 . 9} . \frac{b^{10}\ e^4}{a^9} + \frac{2}{3 . 5} . \frac{3 . 5}{2 . 7} . \frac{5 . 7}{4 . 9} . \frac{7 . 9}{6 . 11} . \frac{b^{10}\ e^6}{a^{11}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{2}{3 . 5} . \frac{b^{10}}{a^5} + \frac{\overline{2n + 1} . \overline{2n + 3}}{2n . \overline{2n + 5}} . \frac{e^2}{a^2}\ P$$

$$\int \frac{N^5 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^4 . d\mu}{r^6} = \frac{1}{5} . \frac{b^{10}}{a^5} + \frac{5}{2} . \frac{1 . 2}{5 . 7} . \frac{b^{10}\ e^2}{a^7} + \frac{5 . 7}{2 . 4} . \frac{1 . 2 . 4}{5 . 7 . 9} . \frac{b^{10}\ e^4}{a^9} + \frac{5 . 7 . 9}{2 . 4 . 6} . \frac{1 . 2 . 4 . 6}{5 . 7 . 9 . 11} . \frac{b^{10}\ e^6}{a^{11}} + \frac{5 . 7 . 9 . 11}{2 . 4 . 6 . 8} . \frac{1 . 2 . 4 . 6 . 8}{5 . 7 . 9 . 11 . 13} . \frac{b^{10}\ e^8}{a^{13}} \text{ \&c.}$$

=

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^{10}}{a^5} + \frac{1}{5} \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{b^{10}\ e^2}{a^7} + \frac{1}{5} \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{7}{9} \cdot \frac{b^{10}\ e^4}{a^9}$$

$$\frac{1}{5} \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{7}{9} \cdot \frac{9}{11} \cdot \frac{b^{10}\ e^6}{a^{11}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^{10}}{a^5} + \frac{2\,n + 3}{2\,n + 5} \cdot \frac{e^2}{a^2}\, P$$

VI. Zusatz. Wir werden es hernach sehen, daß die Werthe von N, und seinen Potenzen in einem erhabenen elliptischen Gewölbe, dessen Breite die kleinere Achse der Ellipse ausmacht, eine Veränderung leiden, die nur darinn besteht, das *cos.* μ für *sin.* μ überall hingesetzt werden muß: diese Veränderung muß nun auch eine in den Summatorien nach sich ziehen; wir werden also für die erhabenen elliptischen Gewölber haben

$$\int \frac{N \cdot \overline{\sin. \mu}^2 \cdot \cos. \mu \cdot d\mu}{r^4} = \frac{1}{3} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot$$

$$\frac{b^2\, e^2}{a^3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot \frac{2 \cdot 4}{3 \cdot 5 \cdot 7} \cdot \frac{b^2\, e^4}{a^5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot$$

$$\frac{2 \cdot 4 \cdot 6}{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9} \cdot \frac{b^2\, e^6}{a^7} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot$$

$$\frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8}{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11} \cdot \frac{b^2\, e^8}{a^9} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{3} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{b^2\, e^2}{a^3} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{3}{7} \cdot \frac{b^2\, e^4}{a^5} +$$

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{3}{7} \cdot \frac{5}{9} \cdot \frac{b^2\, e^6}{a^7} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{3}{7} \cdot \frac{5}{9} \cdot \frac{7}{11} \cdot \frac{b^2\, e^8}{a^9} \text{ \&c.}$$

=

$$= \frac{1}{3}\cdot\frac{b^2}{a} + \frac{2n-1}{2n+3}\cdot\frac{e^2}{a^3}\,P$$

$$\int\frac{N\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{3}\,.\,d\mu}{r^4} = \frac{2}{3}\cdot\frac{b^2}{a} + \frac{1}{2}\cdot\frac{2\,.\,4}{3\,.\,5}\cdot\frac{b^2e^2}{a^3} + \frac{1\,.\,3}{2\,.\,4}\cdot\frac{2\,.\,4\,.\,6}{3\,.\,5\,.\,7}\cdot\frac{b^2e^4}{a^5} + \frac{1\,.\,3\,.\,5}{2\,.\,4\,.\,6}\cdot\frac{2\,.\,4\,.\,6\,.\,8}{3\,.\,5\,.\,7\,.\,9}\cdot\frac{b^2e^6}{a^7} + \frac{1\,.\,3\,.\,5\,.\,7}{2\,.\,4\,.\,6\,.\,8}\cdot\frac{2\,.\,4\,.\,6\,.\,8\,.\,10}{3\,.\,5\,.\,7\,.\,9\,.\,11}\cdot\frac{b^2e^8}{a^9}\ \&c.$$

$$= \frac{2}{3}\cdot\frac{b^2}{a} + \frac{2}{3}\cdot\frac{1\,.\,2}{1\,.\,5}\cdot\frac{b^2e^2}{a^3} + \frac{2}{3}\cdot\frac{1\,.\,2}{1\,.\,5}\cdot\frac{3\,.\,3}{2\,.\,7}\cdot\frac{b^2e^4}{a^5} + \frac{2}{3}\cdot\frac{1\,.\,2}{1\,.\,5}\cdot\frac{3\,.\,3}{2\,.\,7}\cdot\frac{5\,.\,4}{3\,.\,9}\cdot\frac{b^2e^6}{a^7} + \frac{2}{3}\cdot\frac{1\,.\,2}{1\,.\,5}\cdot\frac{3\,.\,3}{2\,.\,7}\cdot\frac{5\,.\,4}{3\,.\,9}\cdot\frac{7\,.\,5}{4\,.\,11}\cdot\frac{b^2e^8}{a^9}\ \&c.$$

$$= \frac{2}{3}\cdot\frac{b^2}{a} + \frac{\overline{2n-1}\,.\,\overline{n+1}}{n\,.\,\overline{2n+3}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int\frac{N\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{3}\,.\,\cos.\,\mu.\,d\mu}{r^5} = \frac{1}{4}\cdot\frac{b^2}{a} + \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{3\,.\,4}\cdot\frac{b^2e^2}{a^3} + \frac{1\,.\,3}{2\,.\,4}\cdot\frac{1}{4\,.\,6}\cdot\frac{b^2e^4}{a^5} + \frac{1\,.\,3\,.\,5}{2\,.\,4\,.\,6}\cdot\frac{1}{5\,.\,8}\cdot\frac{b^2e^6}{a^7} + \frac{1\,.\,3\,.\,5\,.\,7}{2\,.\,4\,.\,6\,.\,8}\cdot\frac{1}{6\,.\,10}\cdot\frac{b^2e^8}{a^9}\ \&c.$$

$$= \frac{1}{4}\cdot\frac{b^2}{a} + \frac{1}{4}\cdot\frac{1}{6}\cdot\frac{b^2e^2}{a^3} + \frac{1}{4}\cdot\frac{1}{6}\cdot\frac{3}{8}\cdot\frac{b^2e^4}{a^5} + \frac{1}{4}\cdot\frac{1}{6}\cdot\frac{3}{8}\cdot\frac{5}{10}\cdot\frac{b^2e^6}{a^7} + \frac{1}{4}\cdot\frac{1}{6}\cdot\frac{3}{8}\cdot\frac{5}{10}\cdot\frac{7}{12}\cdot\frac{b^2e^8}{a^9}\ \&c.$$

$$= \frac{1}{4}\cdot\frac{b^2}{a} + \frac{2n-1}{2n+4}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,\mathrm{P}$$

$$\int\frac{\mathrm{N}\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{\,2}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{\,2}\,.\,d\mu}{r^5} = \frac{1}{4\,.\,4}\cdot\frac{\pi}{2\mathrm{r}}\cdot\frac{b^2}{a} + \frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4\,.\,4\,.\,6}\cdot\frac{\pi}{2\mathrm{r}}\cdot\frac{b^2e^2}{a^3} + \frac{1\,.\,3}{2\,.\,4}\cdot\frac{3\,.\,5}{4\,.\,4\,.\,6\,.\,8}\cdot\frac{\pi}{2\mathrm{r}}\cdot\frac{b^2e^4}{a^5} + \frac{1\,.\,3\,.\,5}{2\,.\,4\,.\,6}\cdot\frac{3\,.\,5\,.\,7}{4\,.\,4\,.\,6\,.\,8\,.\,10}\cdot\frac{\pi}{2\mathrm{r}}\cdot\frac{b^2e^6}{a^7}\ \&c.$$

$$= \frac{1}{16}\cdot\frac{\pi}{2\mathrm{r}}\cdot\frac{b^2}{a} + \frac{1}{16}\cdot\frac{1\,.\,3}{2\,.\,6}\cdot\frac{\pi}{2\mathrm{r}}\cdot\frac{b^2e^2}{a^3} + \frac{1}{16}\cdot\frac{1\,.\,3}{2\,.\,6}\cdot\frac{3\,.\,5}{4\,.\,8}\cdot\frac{\pi}{2\mathrm{r}}\cdot\frac{b^2e^4}{a^5} + \frac{1}{16}\cdot\frac{1\,.\,3}{2\,.\,6}\cdot\frac{3\,.\,5}{4\,.\,8}\cdot\frac{5\,.\,7}{6\,.\,10}\cdot\frac{\pi}{2\mathrm{r}}\cdot\frac{b^2e^6}{a^7}\ \&c.$$

$$= \frac{1}{16}\cdot\frac{\pi}{2\mathrm{r}}\cdot\frac{b^2}{a} + \frac{\overline{2n-1}\,.\,\overline{2n+1}}{2n\,.\,\overline{2n+4}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,\mathrm{P}$$

$$\int\frac{\mathrm{N}\,.\,\sin.\,\mu\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{\,3}\,.\,d\mu}{r^5} = \frac{1}{4}\cdot\frac{b^2}{a} + \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2\cdot3}\cdot$$

b^2

$$\frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot \frac{1}{2 \cdot 4} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{1}{2 \cdot 5} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{1}{2 \cdot 6} \cdot \frac{b^2 e^8}{a^9} \; \&c.$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1 \cdot 2}{2 \cdot 3} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1 \cdot 2}{2 \cdot 3} \cdot \frac{3 \cdot 3}{4 \cdot 4} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1 \cdot 2}{2 \cdot 3} \cdot \frac{3 \cdot 3}{4 \cdot 4} \cdot \frac{5 \cdot 4}{6 \cdot 5} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1 \cdot 2}{2 \cdot 3} \cdot \frac{3 \cdot 3}{4 \cdot 4} \cdot \frac{5 \cdot 4}{6 \cdot 5} \cdot \frac{7 \cdot 5}{8 \cdot 6} \cdot \frac{b^2 e^8}{a^9} \; \&c.$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{\overline{2n-1} \cdot \overline{n+1}}{2n \cdot \overline{n+2}} \cdot \frac{e^2}{a^2} \, P$$

$$\int \frac{N . \overline{\sin. \mu}^4 . \cos. \mu . d\mu}{r^6} = \frac{1}{5} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5 \cdot 7} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot \frac{2 \cdot 4}{5 \cdot 7 \cdot 9} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{2 \cdot 4 \cdot 6}{5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8}{5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11 \cdot 13} \cdot \frac{b^2 e^8}{a^9} \; \&c.$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{7} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{7} \cdot \frac{3}{9} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{7} \cdot \frac{3}{9} \cdot \frac{5}{11} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{7} \cdot \frac{3}{9} \cdot \frac{5}{11} \cdot \frac{7}{13} \cdot \frac{b^2 e^8}{a^9} \; \&c.$$

$$= \frac{1}{5}\cdot\frac{b^2}{a} + \frac{2n-1}{2n+5}\cdot\frac{e^2}{a^2}\, P$$

$$\int \frac{N\,.\,\sin.\,\overline{\mu}^{2}\,.\,\cos.\,\overline{\mu}^{3}\,.\,d\mu}{r^6} = \frac{2}{3\cdot5}\cdot\frac{b^2}{a} + \frac{1}{2}\cdot\frac{2\cdot4}{3\cdot5\cdot7}\cdot\frac{b^2e^2}{a^3} + \frac{1\cdot3}{2\cdot4}\cdot\frac{2\cdot4\cdot6}{3\cdot5\cdot7\cdot9}\cdot\frac{b^2e^4}{a^5} + \frac{1\cdot3\cdot5}{2\cdot4\cdot6}\cdot\frac{2\cdot4\cdot6\cdot8}{3\cdot5\cdot7\cdot9\cdot11}\cdot\frac{b^2e^6}{a^7} + \frac{1\cdot3\cdot5\cdot7}{2\cdot4\cdot6\cdot8}\cdot\frac{2\cdot4\cdot6\cdot8\cdot10}{3\cdot5\cdot7\cdot9\cdot11\cdot13}\cdot\frac{b^2e^8}{a^9}\ \&c.$$

$$= \frac{2}{3\cdot5}\cdot\frac{b^2}{a} + \frac{2}{3\cdot5}\cdot\frac{1\cdot2}{1\cdot7}\cdot\frac{b^2e^2}{a^3} + \frac{2}{3\cdot5}\cdot\frac{1\cdot2}{1\cdot7}\cdot\frac{3\cdot3}{2\cdot9}\cdot\frac{b^2e^4}{a^5} + \frac{2}{3\cdot5}\cdot\frac{1\cdot2}{1\cdot7}\cdot\frac{3\cdot3}{2\cdot9}\cdot\frac{5\cdot4}{3\cdot11}\cdot\frac{b^2e^6}{a^7} + \frac{2}{3\cdot5}\cdot\frac{1\cdot2}{1\cdot7}\cdot\frac{3\cdot3}{2\cdot9}\cdot\frac{5\cdot4}{3\cdot11}\cdot\frac{7\cdot5}{4\cdot13}\cdot\frac{b^2e^8}{a^9}\ \&c.$$

$$= \frac{2}{3\cdot5}\cdot\frac{b^2}{a} + \frac{\overline{2n-1}\,.\,\overline{2n+1}}{n\,.\,\overline{2n+5}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\, P$$

$$\int \frac{N\,.\,\sin.\,\mu\,.\,\cos.\,\overline{\mu}^{4}\,.\,d\mu}{r^6} = \frac{1}{5}\cdot\frac{b^2}{a} + \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{7}\cdot\frac{b^2e^2}{a^3} + \frac{1\cdot3}{2\cdot4}\cdot\frac{1}{9}\cdot\frac{b^2e^4}{a^5} + \frac{1\cdot3\cdot5}{2\cdot4\cdot6}\cdot\frac{1}{11}\cdot\frac{b^2e^6}{a^7} +$$

1

$$\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8} \cdot \frac{1}{13} \cdot \frac{b^2 e^8}{a^9} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1 \cdot 5}{2 \cdot 7} \cdot \frac{b^2 e^2}{a^3} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1 \cdot 5}{2 \cdot 7} \cdot \frac{3 \cdot 7}{4 \cdot 9} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^5} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1 \cdot 5}{2 \cdot 7} \cdot \frac{3 \cdot 7}{4 \cdot 9} \cdot \frac{5 \cdot 9}{6 \cdot 11} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^7} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1 \cdot 5}{2 \cdot 7} \cdot \frac{3 \cdot 7}{4 \cdot 9} \cdot \frac{5 \cdot 9}{6 \cdot 11} \cdot \frac{7 \cdot 11}{8 \cdot 13} \cdot \frac{b^2 e^8}{a^9} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^2}{a} + \frac{\overline{2n-1} \cdot \overline{2n+3}}{2n \cdot \overline{2n+5}} \cdot \frac{e^2}{a^2} \text{ P}$$

$$\int \frac{N^2 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^4 . d\mu}{r^6} = \frac{1}{5} \cdot \frac{b^4}{a^2} + \frac{1 \cdot 2}{5 \cdot 7} \cdot \frac{b^4 e^2}{a^4} + \frac{1 \cdot 2 \cdot 4}{5 \cdot 7 \cdot 9} \cdot \frac{b^4 e^4}{a^6} + \frac{1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 6}{5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11} \cdot \frac{b^2 e^6}{a^8} + \frac{1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8}{5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11 \cdot 13} \cdot \frac{b^4 e^8}{a^{10}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^4}{a^2} + \frac{2n}{2n+5} \cdot \frac{e^2}{a^2} \text{ P}$$

$$\int \frac{N^2 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{r^6} = \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{b^4}{a^4} + \frac{2 \cdot 4}{3 \cdot 5 \cdot 7} \cdot \frac{b^4 e^2}{a^4} + \frac{2 \cdot 4 \cdot 6}{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9} \cdot \frac{b^4 e^4}{a^6} + \frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8}{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11} \cdot \frac{b^4 e^6}{a^8} + \frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 10}{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11 \cdot 13} \cdot \frac{b^4 e^8}{a^{12}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{b^4}{a^2} + \frac{2\,n + 2}{2\,n + 5} \cdot \frac{e^2}{a^2}\ \mathrm{P}$$

$$\int \frac{N^2 . \mathit{sin}. \mu . \overline{\mathit{cos}. \mu}^4 . d\mu}{r^6} = \frac{1}{5} \cdot \frac{b^4}{a^2} + \frac{1}{7} \cdot \frac{b^4 e^2}{a^4} + \frac{1}{9} \cdot \frac{b^2 e^4}{a^6} + \frac{1}{11} \cdot \frac{b^4 e^6}{a^8} + \frac{1}{13} \cdot \frac{b^4 e^8}{a^{10}} \ \&c.$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^4}{a^2} + \frac{1}{5} \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{b^4 e^2}{a^4} + \frac{1}{5} \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{7}{9} \cdot \frac{b^4 e^4}{a^6} + \frac{1}{5} \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{7}{9} \cdot \frac{9}{11} \cdot \frac{b^4 e^6}{a^8} + \frac{1}{5} \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{7}{9} \cdot \frac{9}{11} \cdot \frac{11}{13} \cdot \frac{b^4 e^8}{a^{10}} \ \&c.$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^4}{a^2} + \frac{2\,n + 3}{2\,n + 5} \cdot \frac{e^2}{a^2}\ \mathrm{P}$$

$$\int \frac{N^3 . \mathit{sin}. \mu . \mathit{cos}. \mu . d\mu}{r^3} = \frac{1}{2} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 4} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{b^6 e^6}{a^9} + \frac{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{b^4 e^8}{a^{11}} \ \&c.$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{7}{8} \cdot \frac{b^6 e^6}{a^9} \ \&c.$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{2\,n + 1}{2\,n + 2} \cdot \frac{e^2}{a^2}\ \mathrm{P}$$

$$\int \frac{N^3 . \overline{cos. \mu}^2 . d\mu}{r^3} = \frac{1}{4} . \frac{\pi}{2r} . \frac{b^6}{a^3} + \frac{3}{2} . \frac{3}{4 . 4} . \frac{\pi}{2r} . \frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{3 . 5}{2 . 4} . \frac{3 . 5}{4 . 4 . 6} . \frac{\pi}{2r} . \frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{3 . 5 . 7}{2 . 4 . 6} . \frac{3 . 5 . 7}{4 . 4 . 6 . 8} . \frac{\pi}{2r} . \frac{b^6 e^6}{a^9} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{4} . \frac{\pi}{2r} . \frac{b^6}{a^3} + \frac{1}{4} . \frac{3 . 3}{2 . 4} . \frac{\pi}{2r} . \frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{1}{4} . \frac{3 . 3}{2 . 4} . \frac{5 . 5}{4 . 6} . \frac{\pi}{2r} . \frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{1}{4} . \frac{3 . 3}{2 . 4} . \frac{5 . 5}{4 . 6} . \frac{7 . 7}{6 . 8} . \frac{\pi}{2r} . \frac{b^6 e^6}{a^9} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{4} . \frac{\pi}{2r} . \frac{b^6}{a^3} + \frac{\overline{2n + 1}^2}{2n . \overline{2n + 2}} . \frac{e^2}{a^2} P$$

$$\int \frac{N^3 . ſin. \mu . \overline{cos. \mu}^2 . d\mu}{r^4} = \frac{1}{3} . \frac{b^6}{a^3} + \frac{3}{2} . \frac{2}{3 . 5} . \frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{3 . 5}{2 . 4} . \frac{2 . 4}{3 . 5 . 7} . \frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{3 . 5 . 7}{2 . 4 . 6} . \frac{2 . 4 . 6}{3 . 5 . 7 . 9} . \frac{b^6 e^6}{a^9} + \frac{3 . 5 . 7 . 9}{2 . 4 . 6 . 8} . \frac{2 . 4 . 6 . 8}{3 . 5 . 7 . 9 . 11} . \frac{b^6 e^8}{a^{11}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{3} . \frac{b^6}{a^3} + \frac{1}{3} . \frac{3}{5} . \frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{1}{3} . \frac{3}{5} . \frac{5}{7} . \frac{b^6 e^4}{a^7} +$$

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{7}{9} \cdot \frac{b^6 e^6}{a^9} + \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{7}{9} \cdot \frac{9}{11} \cdot \frac{b^6 e^8}{a^{11}} \;\&c.$$

$$= \frac{1}{3} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{2n+1}{2n+3} \cdot \frac{e^2}{a^2} \, P$$

$$\int \frac{N^3 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{r^4} = \frac{1}{3} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 4} \cdot \frac{1}{7} \cdot \frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{1}{9} \cdot \frac{b^6 e^6}{a^9} + \frac{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{1}{11} \cdot \frac{b^6 e^8}{a^{11}} \;\&c.$$

$$= \frac{1}{3} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{1}{3} \cdot \frac{3 \cdot 3}{2 \cdot 5} \cdot \frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{1}{3} \cdot \frac{3 \cdot 3}{2 \cdot 5} \cdot \frac{5 \cdot 5}{4 \cdot 7} \cdot \frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{1}{3} \cdot \frac{3 \cdot 3}{2 \cdot 5} \cdot \frac{5 \cdot 5}{4 \cdot 7} \cdot \frac{7 \cdot 7}{6 \cdot 9} \cdot \frac{b^6 e^6}{a^9} \;\&c.$$

$$= \frac{1}{3} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{\overline{2n+1}^2}{2n . \overline{2n+3}} \cdot \frac{e^2}{a^2} \, P$$

$$\int \frac{N^3 . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{r^4} = \frac{2}{3} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{3}{2} \cdot \frac{2 \cdot 4}{3 \cdot 5} \cdot \frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 4} \cdot \frac{2 \cdot 4 \cdot 6}{3 \cdot 5 \cdot 7} \cdot \frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8}{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9} \cdot$$

$$\frac{b^6 e^6}{a^9} + \frac{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 10}{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11} \cdot \frac{b^6 e^8}{a^{11}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{2}{3} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{2}{3} \cdot \frac{2 \cdot 2}{1 \cdot 5} \cdot \frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{2}{3} \cdot \frac{2 \cdot 3}{1 \cdot 5} \cdot \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 7} \cdot \frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{2}{3} \cdot \frac{2 \cdot 3}{1 \cdot 5} \cdot \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 7} \cdot \frac{4 \cdot 7}{3 \cdot 9} \cdot \frac{b^6 e^6}{a^9} + \frac{2}{3} \cdot \frac{2 \cdot 3}{1 \cdot 5} \cdot \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 7} \cdot \frac{4 \cdot 7}{3 \cdot 9} \cdot \frac{5 \cdot 9}{4 \cdot 11} \cdot \frac{b^6 e^8}{a^{11}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{2}{3} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{\overline{n+1} \cdot \overline{2n+1}}{n \cdot \overline{2n+3}} \cdot \frac{e^2}{a^2} \text{ P}$$

$$\int \frac{\overline{N^3 . \sin . \mu . \cos . \mu . d\mu}^{\,3}}{r^3} = \frac{1}{4} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{4 \cdot 6} \cdot \frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 4} \cdot \frac{2 \cdot 4}{4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{2 \cdot 4 \cdot 6}{4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 10} \cdot \frac{b^6 e^6}{a^9} + \frac{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8}{4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 12} \cdot \frac{b^6 e^8}{a^{11}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{b^6}{a^3} + \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{6} \cdot \frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{6} \cdot \frac{5}{8} \cdot \frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{6} \cdot \frac{5}{8} \cdot \frac{7}{10} \cdot \frac{b^6 e^6}{a^9} + \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{6} \cdot \frac{5}{8} \cdot \frac{7}{10} \cdot \frac{9}{12} \cdot \frac{b^6 e^8}{a^{11}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{4}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{2\,n + 1}{2\,n + 4}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,\mathrm{P}$$

$$\int \frac{N^3.\overline{fin.\,\mu}^2.\overline{cos.\,\mu}^2.d\mu}{r^5} = \frac{1}{4\cdot4}\cdot\frac{\pi}{2r}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{3}{2}\cdot\frac{3}{4\cdot4\cdot6}\cdot\frac{\pi}{2r}\cdot\frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{3\cdot5}{2\cdot4}\cdot\frac{3\cdot5}{4\cdot4\cdot6\cdot8}\cdot\frac{\pi}{2r}\cdot\frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{3\cdot5\cdot7}{2\cdot4\cdot6}\cdot\frac{3\cdot5\cdot7}{4\cdot4\cdot6\cdot8\cdot10}\cdot\frac{\pi}{2r}\cdot\frac{b^6 e^6}{a^9}\ \text{\&c.}$$

$$= \frac{1}{4\cdot4}\cdot\frac{\pi}{2r}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{1}{4\cdot4}\cdot\frac{3\cdot3}{2\cdot6}\cdot\frac{\pi}{2r}\cdot\frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{1}{4\cdot4}\cdot\frac{3\cdot3}{2\cdot6}\cdot\frac{5\cdot5}{4\cdot8}\cdot\frac{\pi}{2r}\cdot\frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{1}{4\cdot4}\cdot\frac{3\cdot3}{2\cdot6}\cdot\frac{5\cdot5}{4\cdot8}\cdot\frac{7\cdot7}{6\cdot10}\cdot\frac{\pi}{2r}\cdot\frac{b^6 e^6}{a^9}\ \text{\&c.}$$

$$= \frac{1}{4\cdot4}\cdot\frac{\pi}{2r}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{\overline{2\,n + 1}^2}{2\,n\,.\,\overline{2\,n + 4}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,\mathrm{P}$$

$$\int \frac{N^3.\,fin.\,\mu\,.\,\overline{cos.\,\mu}^3\,.\,d\mu}{r^5} = \frac{1}{4}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{3}{2}\cdot\frac{1}{6}\cdot\frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{3\cdot5}{2\cdot4}\cdot\frac{1}{8}\cdot\frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{3\cdot5\cdot7}{2\cdot4\cdot6}\cdot\frac{1}{10}\cdot\frac{b^6 e^6}{a^9} + \frac{3\cdot5\cdot7\cdot9}{2\cdot4\cdot6\cdot8}\cdot\frac{1}{12}\cdot\frac{b^6 e^8}{a^{11}}\ \text{\&c.}$$

=

$$= \frac{1}{4}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{1}{4}\cdot\frac{2\,.\,3}{1\,.\,6}\cdot\frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{1}{4}\cdot\frac{2\,.\,3}{1\,.\,6}\cdot\frac{3\cdot 5}{2\cdot 8}\cdot\frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{1}{4}\cdot\frac{2\,.\,3}{1\,.\,6}\cdot\frac{3\,.\,5}{2\,.\,8}\cdot\frac{4\,.\,7}{3\,.\,10}\cdot\frac{b^6 e^6}{a^9}\ \&c.$$

$$= \frac{1}{4}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{\overline{2n+1}\,.\,\overline{2n+1}}{n\,.\,\overline{2n+4}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int \frac{N^3.\,\overline{\sin.\mu}^4.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{r^6} = \frac{1}{5}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{3}{2}\cdot\frac{2}{5\cdot 7}\cdot\frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{3\cdot 5}{2\cdot 4}\cdot\frac{2\,.\,4}{5\cdot 7\cdot 9}\cdot\frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{3\cdot 5\cdot 7}{2\cdot 4\cdot 6}\cdot\frac{2\cdot 4\cdot 6}{5\cdot 7\cdot 9\cdot 11}\cdot\frac{b^6 e^6}{a^9} + \frac{3\cdot 5\cdot 7\cdot 9}{2\cdot 4\cdot 6\cdot 8}\cdot\frac{2\cdot 4\cdot 6\cdot 8}{5\cdot 7\cdot 9\cdot 11\cdot 13}\cdot\frac{b^6 e^8}{a^{11}}\ \&c.$$

$$= \frac{1}{5}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{1}{5}\cdot\frac{3}{7}\cdot\frac{b^6 e^2}{a^5} + \frac{1}{5}\cdot\frac{3}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{b^6 e^4}{a^7} + \frac{1}{5}\cdot\frac{3}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{7}{11}\cdot\frac{b^6 e^6}{a^9} + \frac{1}{5}\cdot\frac{3}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{7}{11}\cdot\frac{9}{13}\cdot\frac{b^6 e^8}{a^{11}}\ \&c.$$

$$= \frac{1}{5}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{2n+1}{2n+5}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int \frac{N^3.\,\overline{\sin.\,\mu}^2.\,\overline{\cos.\,\mu}^3.\,d\mu}{r^6} = \frac{2}{3\cdot 5}\cdot\frac{b^6}{a^3} + \frac{3}{2}\cdot$$

$$\frac{2\cdot 4}{3\cdot 5\cdot 7}\cdot\frac{b^6e^2}{a^5}+\frac{3\cdot 5}{2\cdot 4}\cdot\frac{2\cdot 4\cdot 6}{3\cdot 5\cdot 7\cdot 9}\cdot\frac{b^6e^4}{a^7}+\frac{3\cdot 5\cdot 7}{2\cdot 4\cdot 6}\cdot\frac{2\cdot 4\cdot 6\cdot 8}{3\cdot 5\cdot 7\cdot 9\cdot 11}\cdot\frac{b^6e^6}{a^9}\ \&c.$$

$$=\frac{2}{3\cdot 5}\cdot\frac{b^6}{a^3}+\frac{2}{3\cdot 5}\cdot\frac{2\cdot 3}{1\cdot 7}\cdot\frac{b^6e^2}{a^5}+\frac{2}{3\cdot 5}\cdot\frac{2\cdot 3}{1\cdot 7}\cdot\frac{3\cdot 5}{2\cdot 9}\cdot\frac{b^6e^4}{a^7}+\frac{2}{3\cdot 5}\cdot\frac{2\cdot 3}{1\cdot 7}\cdot\frac{3\cdot 5}{2\cdot 9}\cdot\frac{4\cdot 7}{3\cdot 11}\cdot\frac{b^6e^6}{a^9}\ \&c.$$

$$=\frac{2}{3\cdot 5}\cdot\frac{b^6}{a^3}+\frac{\overline{n+1}\cdot\overline{2n+1}}{n\cdot\overline{2n+5}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int\frac{N^3\cdot\sin\mu\cdot\overline{\cos\mu}^4\cdot d\mu}{r^6}=\frac{1}{5}\cdot\frac{b^6}{a^3}+\frac{3}{2}\cdot\frac{1}{7}\cdot\frac{b^6e^2}{a^5}+\frac{3\cdot 5}{2\cdot 4}\cdot\frac{1}{9}\cdot\frac{b^6e^4}{a^7}+\frac{3\cdot 5\cdot 7}{2\cdot 4\cdot 6}\cdot\frac{1}{11}\cdot\frac{b^6e^6}{a^9}+\frac{3\cdot 5\cdot 7\cdot 9}{2\cdot 4\cdot 6\cdot 8}\cdot\frac{1}{13}\cdot\frac{b^6e^8}{a^{11}}\ \&c.$$

$$=\frac{1}{5}\cdot\frac{b^6}{a^3}+\frac{1}{5}\cdot\frac{3\cdot 5}{2\cdot 7}\cdot\frac{b^6e^2}{a^5}+\frac{1}{5}\cdot\frac{3\cdot 5}{2\cdot 7}\cdot\frac{5\cdot 7}{4\cdot 9}\cdot\frac{b^6e^4}{a^7}+\frac{1}{5}\cdot\frac{3\cdot 5}{2\cdot 7}\cdot\frac{5\cdot 7}{4\cdot 9}\cdot\frac{7\cdot 9}{6\cdot 11}\cdot\frac{b^6e^6}{a^9}\ \&c.$$

$$=\frac{1}{5}\cdot\frac{b^6}{a^3}+\frac{\overline{2n+1}\cdot\overline{2n+3}}{2n\cdot\overline{2n+5}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

ſ

$$\int \frac{\overline{\sin.\mu}^2 \cos.\mu \,.\, d\mu}{N^3\, r^4} = \frac{1}{3}\cdot\frac{a^3}{b^6} + \frac{2}{3\cdot 5}\cdot\frac{-3}{2}\cdot\frac{a\, e^2}{b^6} + \frac{2\cdot 4}{3\cdot 5\cdot 7}\cdot\frac{-3\cdot -1}{2\cdot 4}\cdot\frac{e^4}{a\, b^6} + \frac{2\cdot 4\cdot 6}{3\cdot 5\cdot 7\cdot 9}\cdot\frac{-3\cdot -1\cdot 1}{2\cdot 4\cdot 6}\cdot\frac{e^6}{a^3\, b^6} + \frac{2\cdot 4\cdot 6\cdot 8}{3\cdot 5\cdot 7\cdot 9\cdot 11}\cdot\frac{-3\cdot -1\cdot 1\cdot 3}{2\cdot 4\cdot 6\cdot 8}\cdot\frac{e^8}{a^5\, b^6}\ \&c.$$

$$= \frac{1}{3}\cdot\frac{a^3}{b^6} + \frac{1}{3}\cdot\frac{-3}{5}\cdot\frac{a\, e^2}{b^6} + \frac{1}{3}\cdot\frac{-3}{5}\cdot\frac{-1}{7}\cdot\frac{e^4}{a\, b^6} + \frac{1}{3}\cdot\frac{-3}{5}\cdot\frac{-1}{7}\cdot\frac{1}{9}\cdot\frac{e^6}{a^3 b^6} + \frac{1}{3}\cdot\frac{-3}{5}\cdot\frac{-1}{7}\cdot\frac{1}{9}\cdot\frac{3}{11}\cdot\frac{e^8}{a^5\, b^6}\ \&c.$$

$$= \frac{1}{3}\cdot\frac{a^3}{b^6} + \frac{2\,n - 5}{2\,n + 3}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int \frac{\overline{\cos.\mu}^3 \cdot d\mu}{N^3\, r^4} = \frac{2}{3}\cdot\frac{a^3}{b^6} + \frac{2\cdot 4}{3\cdot 5}\cdot\frac{-3}{2}\cdot\frac{a\, e^2}{b^6} + \frac{2\cdot 4\cdot 6}{3\cdot 5\cdot 7}\cdot\frac{-3\cdot -1}{2\cdot 4}\cdot\frac{e^4}{a\, b^6} + \frac{2\cdot 4\cdot 6\cdot 8}{3\cdot 5\cdot 7\cdot 9}\cdot\frac{-3\cdot -1\cdot 1}{2\cdot 4\cdot 6}\cdot\frac{e^6}{a^3\, b^6} + \frac{2\cdot 4\cdot 6\cdot 8\cdot 10}{3\cdot 5\cdot 7\cdot 9\cdot 11}\cdot\frac{-3\cdot -1\cdot 1\cdot 3}{2\cdot 4\cdot 6\cdot 8}\cdot\frac{e^8}{a^5\, b^6}\ \&c.$$

$$= \frac{2}{3}\cdot\frac{a^3}{b^6} + \frac{2}{3}\cdot\frac{2\cdot -3}{1\cdot 5}\cdot\frac{a\, e^2}{b^6} + \frac{2}{3}\cdot\frac{2\cdot -3}{1\cdot 5}\cdot$$

$$\frac{3.-1}{2.7}\cdot\frac{e^4}{a\,b^6} + \frac{2}{3}\cdot\frac{2.-3}{1.5}\cdot\frac{3.-1}{2.7}\cdot\frac{4.1}{3.9}\cdot\frac{e^6}{a^3\,b^6} + \frac{2}{3}\cdot\frac{2.-3}{1.5}\cdot\frac{3.-1}{2.7}\cdot\frac{4.1}{3.9}\cdot\frac{5.3}{4.11}\cdot\frac{e^8}{a^5 b^6}\ \&c.$$

$$= \frac{2}{3}\cdot\frac{a^3}{b^6} + \frac{\overline{n+1}.\overline{2n-5}}{n.\overline{2n+3}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int \frac{N^4.\overline{\sin.\mu}^2.\cos.\mu.d\mu}{r^4} = \frac{1}{3}\cdot\frac{b^8}{a^4} + \frac{2.2}{3.5}\cdot\frac{b^8e^2}{a^6} + \frac{2.4.3}{3.5.7}\cdot\frac{b^8e^4}{a^8} + \frac{2.4.6.4}{3.5.7.9}\cdot\frac{b^8e^6}{a^{10}} + \frac{2.4.6.8.5}{3.5.7.9.11}\cdot\frac{b^8e^8}{a^{12}}\ \&c.$$

$$= \frac{1}{3}\cdot\frac{b^8}{a^4} + \frac{1}{3}\cdot\frac{4}{5}\cdot\frac{b^8\,e^2}{a^6} + \frac{1}{3}\cdot\frac{4}{5}\cdot\frac{6}{7}\cdot\frac{b^8\,e^4}{a^8} + \frac{1}{3}\cdot\frac{4}{5}\cdot\frac{6}{7}\cdot\frac{8}{9}\cdot\frac{b^8\,e^6}{a^{10}} + \frac{1}{3}\cdot\frac{4}{5}\cdot\frac{6}{7}\cdot\frac{8}{9}\cdot\frac{10}{11}\cdot\frac{b^8\,e^8}{a^{12}}\ \&c.$$

$$= \frac{1}{3}\cdot\frac{b^8}{a^4} + \frac{2n+2}{2n+3}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int \frac{N^4.\overline{\cos.\mu}^3.d\mu}{r^4} = \frac{2}{3}\cdot\frac{b^8}{a^4} + \frac{2.4.2}{3.5}\cdot$$

b^8

$$\frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{2\cdot4\cdot6\cdot3}{3\cdot5\cdot7}\cdot\frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{2\cdot4\cdot6\cdot8\cdot4}{3\cdot5\cdot7\cdot9}\cdot\frac{b^8 e^6}{a^{10}} + \frac{2\cdot4\cdot6\cdot8\cdot10\cdot5}{3\cdot5\cdot7\cdot9\cdot11}\cdot\frac{b^8 e^8}{a^{12}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{2}{3}\cdot\frac{b^8}{a^4} + \frac{2}{3}\cdot\frac{2\cdot4}{1\cdot5}\cdot\frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{2}{3}\cdot\frac{2\cdot4}{1\cdot5}\cdot\frac{3\cdot6}{2\cdot7}\cdot\frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{2}{3}\cdot\frac{2\cdot4}{1\cdot5}\cdot\frac{3\cdot6}{2\cdot7}\cdot\frac{4\cdot8}{3\cdot9}\cdot\frac{b^8 e^6}{a^{10}} + \frac{2}{3}\cdot\frac{2\cdot4}{1\cdot5}\cdot\frac{3\cdot6}{2\cdot7}\cdot\frac{4\cdot8}{3\cdot9}\cdot\frac{5\cdot10}{4\cdot11}\cdot\frac{b^8 e^8}{a^{12}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{2}{3}\cdot\frac{b^8}{a^4} + \frac{\overline{n+1}\cdot\overline{2n+2}}{n\cdot\overline{2n+3}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$\int \frac{N^4\cdot\overline{\sin\mu}^3\cdot\cos\mu\cdot d\mu}{r^5} = \frac{1}{4}\cdot\frac{b^8}{a^4} + \frac{2\cdot2}{4\cdot6}\cdot\frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{2\cdot4\cdot3}{4\cdot6\cdot8}\cdot\frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{2\cdot4\cdot6\cdot4}{4\cdot6\cdot8\cdot10}\cdot\frac{b^8 e^6}{a^{10}} + \frac{2\cdot4\cdot6\cdot8\cdot5}{4\cdot6\cdot8\cdot10\cdot12}\cdot\frac{b^8 e^8}{a^{12}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{4}\cdot\frac{b^8}{a^4} + \frac{1}{4}\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{1}{4}\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{1}{4}\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{4}{5}\cdot\frac{b^8 e^6}{a^{10}} + \frac{1}{4}\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{4}{5}\cdot\frac{5}{6}\cdot\frac{b^8 e^8}{a^{12}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{4}\cdot\frac{b^8}{a^4} + \frac{n+1}{n+2}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$\int$

$$\int \frac{N^4 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{r^5} = \frac{1}{4.4}.\frac{\pi}{2r}.\frac{b^8}{a^4} + \frac{3.2}{4.4.6}.\frac{\pi}{2r}.\frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{3.5.3}{4.4.6.8}.\frac{\pi}{2r}.\frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{3.5.7.4}{4.4.6.8.10}.\frac{\pi}{2r}.\frac{b^8 e^6}{a^{10}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{4.4}.\frac{\pi}{2r}.\frac{b^8}{a^4} + \frac{1}{4.4}.\frac{2.3}{1.6}.\frac{\pi}{2r}.\frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{1}{4.4}.\frac{2.3}{1.6}.\frac{3.5}{2.8}.\frac{\pi}{2r}.\frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{1}{4.4}.\frac{2.3}{1.6}.\frac{3.5}{2.8}.\frac{4.7}{3.10}.\frac{\pi}{2r}.\frac{b^8 e^6}{a^{10}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{4.4}.\frac{\pi}{2r}.\frac{b^8}{a^4} + \frac{\overline{n+1}.\overline{2n+1}}{n.\overline{2n+4}}.\frac{e^2}{a^2} P$$

$$\int \frac{N^4 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{r^5} = \frac{1}{4}.\frac{b^8}{a^4} + \frac{2}{6}.\frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{3}{8}.\frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{4}{10}.\frac{b^8 e^6}{a^{10}} + \frac{5}{12}.\frac{b^8 e^8}{a^{12}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{4}.\frac{b^8}{a^4} + \frac{1}{4}.\frac{2.2}{1.3}.\frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{1}{4}.\frac{2.2}{1.3}.\frac{3.3}{2.4}.\frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{1}{4}.\frac{2.2}{1.3}.\frac{3.3}{2.4}.\frac{4.4}{3.5}.\frac{b^8 e^6}{a^{10}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{4}.\frac{b^8}{a^4} + \frac{\overline{n+1}^2}{n.\overline{n+2}}.\frac{e^2}{a^2} P.$$

∫

$$\int \frac{N^4 . \overline{\mathit{sin.}\ \mu}^{4} . \mathit{cos.}\ \mu . d\mu}{r^6} = \frac{1}{5} . \frac{b^6}{a^4} + \frac{2 . 2}{5 . 7} . \frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{2 . 4 . 3}{5 . 7 . 9} . \frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{2 . 4 . 6 . 4}{5 . 7 . 9 . 11} . \frac{b^8 e^6}{a^{10}} + \frac{2 . 4 . 6 . 8 . 5}{5 . 7 . 9 . 11 . 13} . \frac{b^8 e^8}{a^{12}} \ \&c.$$

$$= \frac{1}{5} . \frac{b^8}{a^4} + \frac{1}{5} . \frac{4}{7} . \frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{1}{5} . \frac{4}{7} . \frac{6}{9} . \frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{1}{5} . \frac{4}{7} . \frac{6}{9} . \frac{8}{11} . \frac{b^8 e^6}{a^{10}} \ \&c.$$

$$= \frac{1}{5} . \frac{b^8}{a^4} + \frac{2n + 2}{2n + 5} . \frac{e^2}{a^2} P$$

$$\int \frac{N^4 . \overline{\mathit{sin.}\ \mu}^{2} . \overline{\mathit{cos.}\ \mu}^{3} . d\mu}{r^6} = \frac{2}{3 . 5} . \frac{b^8}{a^4} + \frac{2 . 4 . 2}{3 . 5 . 7} . \frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{2 . 4 . 6 . 3}{3 . 5 . 7 . 9} . \frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{2 . 4 . 6 . 8 . 4}{3 . 5 . 7 . 9 . 11} . \frac{b^8 e^6}{a^{10}} + \frac{2 . 4 . 6 . 8 . 10 . 5}{3 . 5 . 7 . 9 . 11 . 13} . \frac{b^8 e^8}{a^{12}} \ \&c.$$

$$= \frac{2}{3 . 5} . \frac{b^8}{a^4} + \frac{2}{3 . 5} . \frac{2 . 4}{1 . 7} . \frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{2}{3 . 5} . \frac{2 . 4}{1 . 7} . \frac{3 . 6}{2 . 9} . \frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{2}{3 . 5} . \frac{2 . 4}{1 . 7} . \frac{3 . 6}{2 . 9} . \frac{4 . 8}{3 . 11} . \frac{b^8 e^6}{a^{10}} \ \&c.$$

=

$$= \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{b^8}{a^4} + \frac{\overline{n+1} \cdot \overline{2n+2}}{n \cdot \overline{2n+5}} \cdot \frac{e^2}{a^2} \, P$$

$$\int \frac{N^4 \cdot \sin.\mu \cdot \overline{\cos.\mu}^4 \cdot d\mu}{r^6} = \frac{1}{5} \cdot \frac{b^8}{a^4} + \frac{2}{7} \cdot \frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{3}{9} \cdot \frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{4}{11} \cdot \frac{b^8 e^6}{a^{10}} + \frac{5}{13} \cdot \frac{b^8 e^8}{a^{12}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^8}{a^4} + \frac{1}{5} \cdot \frac{2 \cdot 5}{1 \cdot 7} \cdot \frac{b^8 e^2}{a^6} + \frac{1}{5} \cdot \frac{2 \cdot 5}{1 \cdot 7} \cdot \frac{3 \cdot 7}{2 \cdot 9} \cdot \frac{b^8 e^4}{a^8} + \frac{1}{5} \cdot \frac{2 \cdot 5}{1 \cdot 7} \cdot \frac{3 \cdot 7}{2 \cdot 9} \cdot \frac{4 \cdot 9}{3 \cdot 11} \cdot \frac{b^8 e^6}{a^{10}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^8}{a^4} + \frac{\overline{n+1} \cdot \overline{2n+3}}{n \cdot \overline{2n+5}} \cdot \frac{e^2}{a^2} \, P$$

$$\int \frac{N^5 \cdot \sin.\mu \cdot \overline{\cos.\mu}^4 \cdot d\mu}{r^6} = \frac{1}{5} \cdot \frac{b^{10}}{a^5} + \frac{5}{2} \cdot \frac{2}{5 \cdot 7} \cdot \frac{b^{10} e^2}{a^7} + \frac{5 \cdot 7}{2 \cdot 4} \cdot \frac{2 \cdot 4}{5 \cdot 7 \cdot 9} \cdot \frac{b^{10} e^4}{a^9} + \frac{5 \cdot 7 \cdot 9}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{2 \cdot 4 \cdot 6}{5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11} \cdot \frac{b^{10} e^6}{a^{11}} + \frac{5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8}{5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11 \cdot 13} \cdot \frac{b^{10} e^8}{a^{13}} \text{ \&c.}$$

=

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^{10}}{a^5} + \frac{1}{5} \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{b^{10}\ e^2}{a^7} + \frac{1}{5} \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{7}{9} \cdot \frac{b^{10}\ e^4}{a^9} + \frac{1}{5} \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{7}{9} \cdot \frac{9}{11} \cdot \frac{b^{10}\ e^6}{a^{11}} + \frac{1}{5} \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{7}{9} \cdot \frac{9}{11} \cdot \frac{11}{13} \cdot \frac{b^{10}\ e^8}{a^{13}}\ \&c.$$

$$= \frac{1}{5} \cdot \frac{b^{10}}{a^5} + \frac{2\,n + 3}{2\,n + 5} \cdot \frac{e^2}{a^2}\ P$$

$$\int^{\circ} \frac{N^5 .\ \overline{\sin.\ \mu}^2 .\ \overline{\cos.\ \mu}^3 .\ d\mu}{r^6} = \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{b^{10}}{a^5} + \frac{5}{2} \cdot \frac{2 \cdot 4}{3 \cdot 5 \cdot 7} \cdot \frac{b^{10}\ e^2}{a^7} + \frac{5 \cdot 7}{2 \cdot 4} \cdot \frac{2 \cdot 4 \cdot 6}{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9} \cdot \frac{b^{10}\ e^4}{a^9} + \frac{5 \cdot 7 \cdot 9}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8}{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11} \cdot \frac{b^{10}\ e^6}{a^{11}} + \frac{5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 10}{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11 \cdot 13} \cdot \frac{b^{10}\ e^8}{a^{13}}\ \&c.$$

$$= \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{b^{10}}{a^5} + \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{2 \cdot 5}{1 \cdot 7} \cdot \frac{b^{10}\,e^2}{a^7} + \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{2 \cdot 5}{1 \cdot 7} \cdot \frac{3 \cdot 7}{2 \cdot 9} \cdot \frac{b^{10}\ e^4}{a^9} + \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{2 \cdot 5}{1 \cdot 7} \cdot \frac{3 \cdot 7}{2 \cdot 9} \cdot \frac{4 \cdot 9}{3 \cdot 11} \cdot \frac{b^{10}\ e^6}{a^{11}}\ \&c.$$

$$= \frac{2}{3 \cdot 5} \cdot \frac{b^{10}}{a^5} + \frac{\overline{n + 1} \,.\, \overline{2\,n + 3}}{n \,.\, \overline{2\,n + 5}} \cdot \frac{e^2}{a^2}\ P$$

I. Zusatz. Das Moment der Drückung v ist

$$= \overline{v \,.\, ML + \varepsilon\, i} = \overline{v \,.\, ML + \frac{\varepsilon\, G \,.\, sin.\, \mu}{r}}$$

$$= \overline{v \,.\, \overline{h + N + \frac{c}{2} + \frac{b^4\, c^2}{8\, a^2\, N^3}} \,.\, \frac{sin.\, \mu}{r}}$$

$$= \frac{a^2 c\, h\, N^3 . sin.\, \mu \,.\, cos.\, \mu \,.\, d\mu}{b^4\; r^3} + \frac{c^2 h \,.\, sin.\, \mu . cos.\, \mu \,.\, d\mu}{2\; r^3}$$

$$+ \frac{a^2 c\, N^4 . \overline{sin.\, \mu}^2 \,.\, cos.\, \mu \,.\, d\mu}{b^4\; r^4} + \frac{c^2\, N \,. \overline{sin.\, \mu}^2 \,.\, cos.\, \mu \,.\, d\mu}{2\; r^4}$$

$$+ \frac{a^2 c^2\, N^3 . \overline{sin.\, \mu}^2 \,.\, cos.\, \mu \,.\, d\mu}{2\; b^4\; r^4} + \frac{c^3 . \overline{sin.\, \mu}^2 \,.\, cos.\, \mu \,.\, d\mu}{4\; r^4}$$

$$+ \frac{c^3 .\, \overline{sin.\, \mu}^2 \,.\, cos.\, \mu \,.\, d\mu}{8\; r^4} + \frac{b^4\; c^4 . \overline{sin.\; \mu}^2 \,.\, cos.\; \mu \;.\; d\mu}{16\; a^2\; N^3\; r^4}$$

$$= \frac{c^2 h \,.\, sin.\, \mu \,.\, cos.\, \mu \,.\, d\mu}{2\; r^3} + \frac{3\, c^3 . \overline{sin.\; \mu}^2 \,.\, cos.\, \mu \,.\, d\mu}{8\; r^4}$$

$$+ \frac{a\, c^2\;\; N \;.\; \overline{sin.\;\; \mu}^2 \;.\; cos.\;\; \mu \;.\; d\;\; \mu}{2\; r^4} +$$

$$\frac{a^2 c\, h\, N^3 . sin.\, \mu \,.\, cos.\, \mu \,.\, d\mu}{b^4\; r^3} + \frac{a^2 c^2 N^3 . \overline{sin.\, \mu}^2 \,.\, cos.\, \mu \,.\, d\mu}{2\; b^4\; r^4}$$

$$+ \frac{b^4\, c^4 . \overline{sin.\, \mu}^2 \,.\, cos.\, \mu \,.\, d\mu}{15\; a^2\; N^3\; r^4} + \frac{a^2 c N^4 . \overline{sin.\, \mu}^2 \,.\, cos. \mu \,:\, d\mu}{b^4\; r^4},$$

und die Summe aller Momente der Drückungen v in dem halben elliptischen Gewölbe ist $= \frac{c^2\;\, h}{4} + \frac{c^3}{8}$

+

$$+ \frac{b^2 c^2}{6a} + \frac{\overline{2n-1}\,.\,\overline{2n+1}}{2n\,.\,\overline{2n+3}} \,.\, \frac{e^2}{a^2}\,P + \frac{b^2 c h}{2a}$$

$$+ \frac{2n+1}{2n+2} \,.\, \frac{e^2}{a^2}\,P + \frac{b^2 c^2}{6a} + \frac{\overline{2n+1}^2}{2n\,.\,\overline{2n+3}} \,.$$

$$\frac{e^2}{a^2}\,P + \frac{a\,c^4}{48\,b^2} + \frac{\overline{2n-5}\,.\,\overline{2n+1}}{2n\,.\,\overline{2n+3}} \,.\, \frac{e^2}{a^2}$$

$$P + \frac{b^4 c}{3a^2} + \frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n+1}}{n\,.\,\overline{2n+3}} \,.\, \frac{e^2}{a^2}\,P$$

II. Zusatz. Das Moment der Drückung v' ist

$$= v'\,.\,\overline{La + aA + AK - iK} = v'\,.$$

$$\overline{d + c + a - \frac{a^2 N\,.\,\cos.\mu}{b^3 r} - \frac{c\,.\,\cos.\mu}{2r} - \frac{b^4 c^2.\,\cos.\mu}{8a^2 N^3 r}} = \frac{a^2 c\,d\,N^3.\,\overline{\cos.\mu}^2\,.\,d\mu}{b^4 r^8} +$$

$$\frac{c^2 d\,.\,\overline{\cos.\mu}^2\,.\,d\mu}{2r^3} + \frac{a^2 c^2 N^3.\,\overline{\cos.\mu}^2\,.\,d\mu}{b^4 r^3}$$

$$+ \frac{c^3.\,\overline{\cos.\mu}^2\,.\,d\mu}{2r^3} + \frac{a^3 c\,N^3.\,\cos.\mu\,.\,d\mu}{b^4 r^3} +$$

$$\frac{a\,c^2.\,\overline{\cos.\mu}^2\,.\,d\mu}{2r^3} - \frac{a^4 c\,N^4.\,\overline{\cos.\mu}^3\,.\,d\mu}{b^6.\,r^4} -$$

$$\frac{a^2\, c^2\, N.\, \overline{\cos.\, \mu}^3 .\, d\mu}{2\, b^2\, r^4} - \frac{a^2\, c^2\, N^3.\, \overline{\cos.\, \mu}^3 .\, d\mu}{2\, b^4\, r^4}$$

$$- \frac{c^3.\, \overline{\cos.\, \mu}^3 .\, d\mu}{4\, r^4} - \frac{c^3.\, \overline{\cos.\, \mu}^3 .\, d\mu}{8\, r^4} - \frac{b^4\, c^4.\, \overline{\cos.\, \mu}^3 .\, d\mu}{16\, a^2\, N^3\, r^4}$$

$$= \frac{a^2\, c\, d\, N^3.\, \overline{\cos.\, \mu}^2 .\, d\mu}{b^4\, r^3} + \frac{c^2\, d\, .\, \overline{\cos.\, \mu}^2 .\, d\mu}{2\, r^3}$$

$$+ \frac{c^2 .\, \overline{a + c}\, .\, \overline{\cos.\, \mu}^2 .\, d\mu}{2\, r^3} - \frac{3\, c^3 .\, \overline{\cos.\, \mu}^3 .\, d\mu}{8\, r^4}$$

$$- \frac{a^2\, c^2\, N\, .\, \overline{\cos.\, \mu}^3 .\, d\mu}{2\, b^2\, r^4} + \frac{a^3\, c\, N^3.\, \overline{\cos.\, \mu}^2 .\, d\mu}{b^4\, r^3}$$

$$+ \frac{a^2\, c^2\, N^3.\, \overline{\cos.\, \mu}^2 .\, d\mu}{b^4\, r^3} - \frac{a^2\, c^2\, N^3.\, \overline{\cos.\, \mu}^3 .\, d\mu}{2\, b^4\, r^4} -$$

$$\frac{b^4\, c^4.\, \overline{\cos.\, \mu}^3 .\, d\mu}{16\, a^2\, N^3\, r^4} - \frac{a^4 c\, N^4.\, \overline{\cos.\, \mu}^3 .\, d\mu}{b^6\, r^4},$$

und die Summe aller Momente der Drückungen v' in dem halben elliptischen Gewölbe ist $= \frac{c^2 d}{8} \cdot \frac{\pi}{2r} +$

$$\frac{b^2 c\, d}{4a} \cdot \frac{\pi}{2r} + \frac{\overline{2\, n - 1}\, .\, \overline{2\, n + 1}}{2\, n\, .\, \overline{2\, n + 2}} \cdot \frac{e^2}{a^2}\, P$$

$$+ \frac{c^2.\, \overline{a + c}}{8} \cdot \frac{\pi}{2r} - \frac{c^3}{4} - \frac{a\, c^2}{3} - \frac{\overline{2\, n - 1}^2}{2\, n\, .\, \overline{2\, n + 3}} \cdot$$

$$\frac{e^2}{a^2}\, P + \frac{b^2\, c}{4} \cdot \frac{\pi}{2r} + \frac{\overline{2 n - 1}\, .\, \overline{2 n + 1}}{2\, n\, .\, \overline{2 n + 2}} \cdot \frac{e^2}{a^2}\, P$$

$+$

$$+ \frac{b^2 c^2}{4a} \cdot \frac{\pi}{2r} + \frac{\overline{2n - 1} \cdot \overline{2n + 1}}{2n \cdot \overline{2n + 2}} \cdot \frac{e^2}{a^2} P$$

$$- \frac{b^2 c^2}{3a} - \frac{\overline{2n - 1} \cdot \overline{2n + 1}}{2n \cdot \overline{2n + 3}} \cdot \frac{e^2}{a^2} P$$

$$- \frac{a c^4}{24 b^2} - \frac{\overline{2n - 5} \cdot \overline{2n - 1}}{2n \cdot \overline{2n + 3}} \cdot \frac{e^2}{a^2} P$$

$$- \frac{2 b^2 c}{3} - \frac{\overline{n + 1} \cdot \overline{2n - 1}}{n \cdot \overline{2n + 3}} \cdot \frac{e^2}{a^2} P$$

VIII. Aufgabe. Wenn über dem elliptischen Gewölbe eine Mauer von gegebner Höhe aufgeführt ist, die Drückung finden, die der Mauerpfeiler $S e d s$, der auf dem Bestandtheile des elliptischen Gewölbs steht, wider die Seitenmauer ausübt.

Die Höhe der über dem elliptischen Gewölbe aufgeführten Mauer, vom Kämpfer an gerechnet, sey $CR = g$, so ist die Höhe des Mauerpfeilers $Se =$

$$RC - eI = g - \frac{N \,.\, \text{sin.}\, \mu}{r} - \frac{c \,.\, \text{sin.}\, \mu}{r},$$

und weil $r : \text{sin.}\,\mu = e d \left(= \frac{a^2 N^3 .\, d\mu}{b^4 r} + \frac{c \,.\, d\mu}{r} \right) : e r$

$$= \frac{a^2 N^3 .\, \text{sin.}\, \mu \,.\, d\mu}{b^4 r^2} + \frac{c \,.\, \text{sin.}\, \mu \,.\, d\mu}{r^2},$$

so ist die gesammte Schwere des Mauerpfeilers =

$$Se.er = \frac{a^2 g N^3 . fin. \mu . d\mu}{b^4 \; r^2} + \frac{c \; g \; . fin. \; \mu \; . \; d\mu}{r^2}$$

$$- \frac{a^2 \; N^4 . \; \overline{fin. \; \mu}^2 \; . \; d\mu}{b^4 \; r^3} - \frac{c \; N \; . \; \overline{fin. \; \mu}^2 \; d\mu}{r^3}$$

$$- \frac{a^2 c \; N \; . \; \overline{fin. \; \mu}^2 \; . \; d\mu}{b^4 \; r^3} - \frac{c^2 . \; \overline{fin. \; \mu}^2 \; . \; d\mu}{r^3}.$$

Nun verhält sich die gesammte Schwere des Mauerpfeilers zur Kraft, mit der er über die schiefe Fläche $d\,e$ herabglitschen würde, wenn es die Nebenpfeiler, und übriger Zusammenhang zuließen, $= r : cos. \mu$; diese Kraft, oder der Druck des Mauerpfeilers auf den Hebelarm M L nach der Richtung P H, die aus seinem Schwerepunkte P dem unendlich kleinen Zirkelbogen $d\,e$ parallel gezogen wird, wird also seyn $= \frac{a^2 g N^3 . fin. \mu . cos. \mu . d\mu}{b^4 \; r^3}$

$$+ \frac{c \; g . fin. \mu . cos. \mu . d\mu}{r^3} - \frac{a^2 N^4 . \overline{fin. \mu}^2 . cos. \mu . d\mu}{b^4 r^4}$$

$$- \frac{c \, N . \overline{fin. \mu}^2 . cos. \mu . d\mu}{r^4} - \frac{a^2 c \, N^3 . \overline{fin. \mu}^2 . cos. \mu . d\mu}{b^4 . r^4}$$

$$- \frac{c^2 . \; \overline{fin. \; \mu}^2 \; . \; cos. \; \mu \; . \; d\mu}{r^4}$$ Wenn wir nun diesen schiefen Druck des Mauerpfeilers auf den Hebelarm ML in zwo andere Drückungen zertheilen, derer eine ν waagrecht auf den Arm M L, die andere ν' senkrecht auf den Arm M N drückt, so werden wir haben r :

$$fin. \mu = \frac{a^2 \; g \; N^3 . \; fin. \; \mu \; . \; cos. \; \mu \; . \; d\mu}{b^4 \; r^3} +$$

a

$$\frac{c\,g\,.\,\text{fin.}\ \mu\,.\,\text{cos.}\ \mu\,.\,d\mu}{r^3} - \frac{a^2\,N^4.\ \overline{\text{fin.}\ \mu}^2\,.\,\text{cos.}\ \mu\,.\,d\mu}{b^4\ r^4}$$

$$- \frac{c\,N\,.\,\overline{\text{fin.}\ \mu}^2\,.\,\text{cos.}\ \mu\,.\,d\mu}{r^4} - \frac{a^2 c\,N^3.\,\overline{\text{fin.}\,\mu}^2\,.\,\text{cos.}\ \mu\,.\,d\mu}{b^4\ r^4}$$

$$- \frac{c^2.\ \overline{\text{fin.}\ \mu}^2\ .\ \text{cos.}\ \mu\ .\ d\mu}{r^4} : \nu =$$

$$\frac{a^2\,g\,N^3.\,\overline{\text{fin.}\ \mu}^2\,.\,\text{cos.}\ \mu\,.\,d\mu}{b^4\ r^4} + \frac{c\ g\ .\ \overline{\text{fin.}\ \mu}^2\ .\ \text{cos.}\ \mu\ .\ d\mu}{r^4}$$

$$- \frac{a^2\,N^4.\,\overline{\text{fin.}\ \mu}^3\,.\,\text{cos.}\ \mu\,.\,d\mu}{b^4\ r^5} - \frac{c\,N\,.\,\overline{\text{fin.}\ \mu}^3\,.\,\text{cos.}\ \mu\,.\,d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{a^2 c\,N^3.\,\overline{\text{fin.}\ \mu}^3\,.\,\text{cos.}\ \mu\ d\mu}{b^4\ r^5} - \frac{c^2.\,\overline{\text{fin.}\ \mu}^3\,.\,\text{cos.}\,\mu\,.\,d\mu}{r^5},$$

und wiederum $r : \cos\ \mu = \dfrac{a^2\,g\ N^3.\ \text{fin.}\ \mu\ .\ \text{cos.}\ \mu\,.\,d\mu}{b^4\ r^3}$

$$+ \frac{c\,g\,.\,\text{fin.}\ \mu\,.\,\text{cos.}\ \mu\,.\,d\mu}{r^3} - \frac{a^2\ N^4.\ \overline{\text{fin.}\ \mu}^2\,.\,\text{cos.}\ \mu\,.\,d\mu}{b^4\,r^4}$$

$$- \frac{c\,N\,.\,\overline{\text{fin.}\ \mu}^2\,.\,\text{cos.}\ \mu\,.\,d\mu}{r^4} - \frac{a^2 c\,N^3.\,\overline{\text{fin.}\ \mu}^2\,.\,\text{cos.}\ \mu\,.\,d\mu}{b^4\ r^4}$$

$$- \frac{c^2\ .\ \overline{\text{fin.}\ \mu}^2\ .\ \text{cos.}\ \mu\ .\ d\mu}{r^4} : \nu' =$$

$$\frac{a^2\,g\ N^3.\ \overline{\text{fin.}\ \mu}^2\,.\,\text{cos.}\ \mu\,.\,d\mu}{b^4\ r^4} + \frac{c\,g\,.\,\overline{\text{fin.}\,\mu}^2\,.\,\text{cos.}\ \mu\,.\,d\mu}{r^4}$$

$$- \frac{a^2 N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 \; r^5} - \frac{c N . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{a^2 c N^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 \; r^5} - \frac{c^2 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5}$$

W. Z. F. W.

I. Zusatz. Das Moment der Drückung v ist

$$= v . \overline{ML + eI + Pe} = v . \overline{h + \frac{N . \sin.\mu}{r} + \frac{c . \sin.\mu}{r} + \frac{1}{2} g - \frac{N . \sin.\mu}{2\,r} - \frac{c . \sin.\mu}{2\,r}}$$

$$= v . \overline{\frac{2h + g}{2} + \frac{N . \sin.\mu}{2\,r} + \frac{c . \sin.\mu}{2\,r}}$$

$$= \frac{a^2 g . \overline{2\,h + g} . N^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{2\,b^4\,r^4}$$

$$+ \frac{c\,g . \overline{2\,h + g} . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{2\,r^4}$$

$$- \frac{a^2 . \overline{2\,h + g} . N^4 \, \overline{\sin.\mu}^3 . \cos.\mu . d\mu}{2\,b^4\,r^5}$$

$$- \frac{c . \overline{2\,h + g} . N . \overline{\sin.\mu}^3 . \cos.\mu . d\mu}{2\,r^5}$$

$$- \frac{a^2 c . \overline{2\,h + g} . N^3 . \overline{\sin.\mu}^3 . \cos.\mu . d\mu}{2\,b^4\,r^5}$$

—

$$-\frac{c^2 . \overline{2\,h + g} . \overline{\sin.\,\mu}^3 . \cos.\,\mu . d\mu}{2\,r^5} +$$

$$\frac{a^2 g\,N^4 . \overline{\sin.\,\mu}^3 . \cos.\,\mu . d\mu}{2\,b^4\,r^5} + \frac{c\,g\,N . \overline{\sin.\,\mu}^3 . \cos.\,\mu . d\mu}{2\,r^5}$$

$$-\frac{a^2\,N^5 . \overline{\sin.\,\mu}^4 . \cos.\,\mu . d\mu}{2\,b^4\,r^6} - \frac{c\,N^2 . \overline{\sin.\,\mu}^4 . \cos.\,\mu . d\mu}{2\,r^0}$$

$$-\frac{a^2 c\,N^4 . \overline{\sin.\,\mu}^4 . \cos.\,\mu . d\mu}{2\,b^4\,r^6} - \frac{c^2 N . \overline{\sin.\,\mu}^4 . \cos.\,\mu . d\mu}{2\,r^6}$$

$$+\frac{a^2 c\,g\,N^3 . \overline{\sin.\,\mu}^3 . \cos.\,\mu . d\mu}{2\,b^4\,r^5} + \frac{c^2 g . \overline{\sin.\,\mu}^3 . \cos.\,\mu . d\mu}{2\,r^5}$$

$$-\frac{a^2 c\,N^4 . \overline{\sin.\,\mu}^4 . \cos.\,\mu . d\mu}{2\,b^4\,r^6} - \frac{e^4\,N . \overline{\sin.\,\mu}^4 . \cos.\,\mu . d\mu}{2\,r^6}$$

$$-\frac{a^2\,c^2\,N^3 . \overline{\sin.\,\mu}^4 . \cos.\,\mu . d\mu}{2\,b^4\,r^6} - \frac{c^3 . \overline{\sin.\,\mu}^4 . \cos.\,\mu . d\mu}{2\,r^0}$$

$$= \frac{a^2\,g . \overline{2\,h + g} . N^3 . \overline{\sin.\,\mu}^2 . \cos.\,d\mu}{2\,b^4\,r^4}$$

$$+ \frac{c\,g . \overline{2\,h + g} . \overline{\sin.\,\mu}^2 . \cos.\,\mu . d\mu}{2\,r^4}$$

$$-\frac{a^2 h\,N^4 . \overline{\sin.\,\mu}^3 . \cos.\,\mu . d\mu}{b^4\,r^5} - \frac{c\,h\,N . \overline{\sin.\,\mu}^3 . \cos.\,\mu . d\mu}{r^5}$$

$$-\frac{a^2 c\,h\,N^3 \overline{\sin.\,\mu}^3 . \cos.\,\mu . d\mu}{b^4\,r^5} - \frac{c^2\,h . \overline{\sin.\,\mu}^3 . \cos.\,\mu . d\mu}{r^5}$$

$-$

$$\int \frac{N^5 . \mathit{sin.}\, \mu . \overline{\mathit{cos.}\, \mu}^4 . d\mu}{r^6} = \frac{1}{4} . \frac{b^{10}}{a^5} + \frac{5}{2} . \frac{1}{7} . \frac{b^{10} e^2}{a^7} + \frac{5 . 7}{2 . 4} . \frac{1}{9} . \frac{b^{10} e^4}{a^9} + \frac{5 . 7 . 9}{2 . 4 . 6} . \frac{1}{11} . \frac{b^{10} e^6}{a^{11}} + \frac{5 . 7 . 9 . 11}{2 . 4 . 6 . 8} . \frac{1}{13} . \frac{b^{10} e^8}{a^{13}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{5} . \frac{b^{10}}{a^5} + \frac{1}{5} . \frac{5 . 5}{2 . 7} . \frac{b^{10} e^2}{a^7} + \frac{1}{5} . \frac{5 . 5}{2 . 7} . \frac{7 . 7}{4 . 9} . \frac{b^{10} e^4}{a^9} + \frac{1}{5} . \frac{5 . 5}{2 . 7} . \frac{7 . 7}{4 . 9} . \frac{9 . 9}{6 . 11} . \frac{b^{10} e^6}{a^{11}} \text{ \&c.}$$

$$= \frac{1}{5} . \frac{b^{10}}{a^5} + \frac{\overline{2n + 3}^2}{2n . \overline{2n + 5}} . \frac{e^2}{a^2} P$$

VII. Aufgabe. Die Drückung finden, die der Bestandtheil $eEDd$ des elliptischen Gewölbes wider die Seitenmauer ausübt.

Weil $r : d\mu = \frac{a^2 N^3}{b^4} + c \; (= eQ) : ed = \frac{a^2 N^3 . d\mu}{b^4 r} + \frac{c . d\mu}{r}$, und wiederum $r : d\mu = \frac{a^2 N^3}{b^4} \; (= EQ) : ED = \frac{a^2 N^3 . d\mu}{b^4 r}$, so ist

$eEDd = \frac{ed + ED . eE}{2} = \frac{a^2 c\, N^3 . d\mu}{b^4 r} +$

$c^2.$

$\frac{c^2 . d\mu}{2r}$. Diese ist die gesammte Schwere des Bestandtheils: wenn wir sie nun in zwo andere gegen einander winkelrechte Kräfte zertheilen, deren eine die Richtung e Q hat, und den Bestandtheil zu Q herabdrückt, die andere hingegen der Tangente des Bestandtheils, das ist $e\, d$, oder E D parallel ist, und nach der Richtung ε F, die aus dem Schwerepunkte des Bestandtheils hergezogen wird, auf den Hebelarm ML drückt, so verhält sich die gesammte Schwere des Bestandtheils zur letztern Drückung $= r : \cos. \mu$; diese Drückung wird also seyn $= \frac{a^2 c\, N^3 . \cos. \mu . d\mu}{b^4\, r^2} +$ $\frac{c^2 . \cos. \mu . d\mu}{2\, r^2}$, und wenn wir endlich diese Drückung selbst in zwo andere Drückungen zertheilen, derer eine ν waagrecht auf den Arm ML, die andere ν' senkrecht auf den Arm MN wirkt, so werden wir haben $r : \sin. \mu = \frac{a^2 c\, N^3 . \cos. \mu . d\mu}{b^4\, r^2} + \frac{c^2 . \cos. \mu . d\mu}{2\, r^2}$ $: \nu = \frac{a^2 c N^3 . \sin. \mu . \cos. \mu . d\mu}{b^4\, r^3} + \frac{c^2 . \sin. \mu . \cos. \mu . d\mu}{2\, r^3}$, und wiederum $r : \cos. \mu = \frac{a^2 c\, N^3 . \cos. \mu . d\mu}{b^4\, r^2} +$ $\frac{c^2 . \cos. \mu . d\mu}{2\, r^2} : \nu' = \frac{a^2 c\, N^3 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^4\, r^3} +$ $\frac{a^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{2\, r^3}$. W. Z. F. W.

I. Zusatz. Das Moment der Drückung v ist

$$= \overline{v\ .\ ML} + \varepsilon\, i = \overline{v\ .\ ML + \frac{\varepsilon\, G\ .\ \sin.\ \mu}{r}}$$

$$= \overline{v\ .\ \overline{h + N + \frac{c}{2} + \frac{b^4\ c^2}{8\ a^2\ N^3}}\ .\ \frac{\sin.\ \mu}{r}}$$

$$= \frac{a^2 c\, h\, N^3 . \sin.\mu . \cos.\mu . d\mu}{b^4\ r^3} + \frac{c^2 h . \sin.\mu . \cos.\mu . d\mu}{2\ r^3}$$

$$+ \frac{a^2 c\, N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{b^4\ r^4} + \frac{c^2\, N . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{2\ r^4}$$

$$+ \frac{a^2 c^2\, N^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{2\ b^4\ r^4} + \frac{c^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{4\ r^4}$$

$$+ \frac{c^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{8\ r^4} + \frac{b^4\ c^4 . \overline{\sin.\ \mu}^2 . \cos.\ \mu\ .\ d\mu}{16\ a^2\ N^3\ r^4}$$

$$= \frac{c^2 h . \sin.\mu . \cos.\mu . d\mu}{2\ r^3} + \frac{3\, c^3 . \overline{\sin.\ \mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{8\ r^4}$$

$$+ \frac{a\, c^2\ N\ .\ \overline{\sin.\ \mu}^2\ .\ \cos.\ \mu\ .\ d\ \mu}{2\ r^4} +$$

$$\frac{a^2 c\, h\, N^3 . \sin.\mu . \cos.\mu . d\mu}{b^4\ r^3} + \frac{a^2 c^2 N^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{2\ b^4\ r^4}$$

$$+ \frac{b^4\ c^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{15\ a^2\ N^3\ r^4} + \frac{a^2 c N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{b^4\ r^4},$$

und die Summe aller Momente der Drückungen v in dem halben elliptischen Gewölbe ist $= \frac{c^2\ h}{4} + \frac{c^3}{8}$

$+$

$$+ \frac{b^2 c^2}{6a} + \frac{\overline{2n-1}\,.\,\overline{2n+1}}{2n\,.\,\overline{2n+3}} \,.\, \frac{e^2}{a^2}\,P + \frac{b^2 c h}{2a}$$

$$+ \frac{2n+1}{2n+2} \,.\, \frac{e^2}{a^2}\,P + \frac{b^2 c^2}{6a} + \frac{\overline{2n+1}^2}{2n\,.\,\overline{2n+3}} \,.$$

$$\frac{e^2}{a^2}\,P - \frac{a\,c^4}{48\,b^2} + \frac{\overline{2n-5}\,.\,\overline{2n+1}}{2n\,.\,\overline{2n+3}} \,.\, \frac{e^2}{a^2}$$

$$P + \frac{b^4 c}{3a^2} + \frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n+1}}{n\,.\,\overline{2n+3}} \,.\, \frac{e^2}{a^2}\,P$$

II. Zusatz. Das Moment der Drückung ν' ist

$$= \nu'\,.\,\overline{La + aA + AK - iK} = \nu'\,.$$

$$\overline{d + c + a - \frac{a^2 N\,.\,cos.\,\mu}{b^3 r} - \frac{c\,.\,cos.\,\mu}{2r} - \frac{b^4 c^2\,.\,cos.\,\mu}{8a^2 N^3 r}} = \frac{a^2\,c\,d\,N^3\,.\,\overline{cos.\,\mu}^2\,.\,d\mu}{b^4\,r^3} +$$

$$\frac{c^2\,d\,.\,\overline{cos.\,\mu}^2\,.\,d\mu}{2r^3} + \frac{a^2\,c^2\,N^3\,.\,\overline{cos.\,\mu}^2\,.\,d\mu}{b^4\,r^3}$$

$$+ \frac{c^3\,.\,\overline{cos.\,\mu}^2\,.\,d\mu}{2r^3} + \frac{a^3\,c\,N^3\,.\,\overline{cos.\,\mu}^2\,.\,d\mu}{b^4\,r^3} +$$

$$\frac{a\,c^2\,.\,\overline{cos.\,\mu}^2\,.\,d\mu}{2r^3} - \frac{a^4\,c\,N^4\,.\,\overline{cos.\,\mu}^3\,.\,d\mu}{b^6\,.\,r^4} -$$

$$\frac{a^2\ c^2\ N.\ \overline{cos.\ \mu}^3\ .\ d\mu}{2\ b^2\ r^4} - \frac{a^2\ c^2\ N^3.\ \overline{cos.\ \mu}^3\ .\ d\mu}{2\ b^4\ r^4}$$

$$- \frac{c^3.\ \overline{cos.\ \mu}^3\ .\ d\mu}{4\ r^4} - \frac{c^3.\ \overline{cos.\ \mu}^3\ .\ d\mu}{8\ r^4} - \frac{b^4\ c^4.\ \overline{cos.\ \mu}^3\ .\ d\mu}{16\ a^2\ N^3\ r^4}$$

$$= \frac{a^2\ c\ d\ N^3.\ \overline{cos.\ \mu}^2\ .\ d\mu}{b^4\ r^3} + \frac{c^2\ d\ .\ \overline{cos.\ \mu}^2\ .\ d\mu}{2\ r^3}$$

$$+ \frac{c^2.\ \overline{a+c}\ .\ \overline{cos.\ \mu}^2\ .\ d\mu}{2\ r^3} - \frac{3\ c^3.\ \overline{cos.\ \mu}^3\ .\ d\mu}{8\ r^4}$$

$$- \frac{a^2\ c^2\ N\ .\ \overline{cos.\ \mu}^3\ .\ d\mu}{2\ b^2\ r^4} + \frac{a^3\ c\ N^3.\ \overline{cos.\ \mu}^2\ .\ d\mu}{b^4\ r^3}$$

$$+ \frac{a^2\ c^2\ N^3.\ \overline{cos.\ \mu}^2\ .\ d\mu}{b^4\ r^3} - \frac{a^2\ c^2\ N^3.\ \overline{cos.\ \mu}^3\ .\ d\mu}{2\ b^4\ r^4} -$$

$$\frac{b^4\ c^4.\ \overline{cos.\ \mu}^3\ .\ d\mu}{16\ a^2\ N^3\ r^4} - \frac{a^4 c\ N^4.\ \overline{cos.\ \mu}^3\ .\ d\mu}{b^6\ r^4},$$

und die Summe aller Momente der Drückungen v' in dem halben elliptischen Gewölbe ist $= \frac{c^2 d}{8} . \frac{\pi}{2r} +$

$$\frac{b^2 c\ d}{4a} . \frac{\pi}{2r} + \frac{\overline{2\ n - 1}\ .\ \overline{2\ n + 1}}{2\ n\ .\ \overline{2\ n + 2}} . \frac{e^2}{a^2}\ P$$

$$+ \frac{c^2.\ \overline{a+c}}{8} . \frac{\pi}{2r} - \frac{c^3}{4} - \frac{a\ c^2}{3} - \frac{\overline{2\ n - 1}^2}{2n\ .\ \overline{2n+3}} .$$

$$\frac{e^2}{a^2}\ P + \frac{b^2\ c}{4} . \frac{\pi}{2r} + \frac{\overline{2n - 1}\ .\ \overline{2n+1}}{2\ n\ .\ \overline{2n+2}} . \frac{e^2}{a^2}\ P$$

+

$$+ \frac{b^2 c^2}{4\,a} \cdot \frac{\pi}{2r} + \frac{\overline{2n-1}\,.\,\overline{2n+1}}{2n\,.\,\overline{2n+2}} \cdot \frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$- \frac{b^2 c^2}{3\,a} - \frac{\overline{2n-1}\,.\,\overline{2n+1}}{2n\,.\,\overline{2n+3}} \cdot \frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$- \frac{a\,c^4}{24\,b^2} - \frac{\overline{2n-5}\,.\,\overline{2n-1}}{2n\,.\,\overline{2n+3}} \cdot \frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$- \frac{2\,b^2 c}{3} - \frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n-1}}{n\,.\,\overline{2n+3}} \cdot \frac{e^2}{a^2}\,P$$

VIII. Aufgabe. Wenn über dem elliptischen Gewölbe eine Mauer von gegebner Höhe aufgeführt ist, die Drückung finden, die der Mauerpfeiler $Sed s$, der auf dem Bestandtheile des elliptischen Gewölbs steht, wider die Seitenmauer ausübt.

Die Höhe der über dem elliptischen Gewölbe aufgeführten Mauer, vom Kämpfer an gerechnet, sey $CR = g$, so ist die Höhe des Mauerpfeilers $Se =$

$$RC - eI = g - \frac{N\,.\,\textit{sin.}\,\mu}{r} - \frac{c\,.\,\textit{sin.}\,\mu}{r},$$

und weil $r : \textit{sin.}\,\mu = ed \left(= \frac{a^2 N^2 . d\mu}{b^4 r} + \frac{c\,.\,d\mu}{r} \right) : er$

$$= \frac{a^2\;N^2.\;\textit{sin.}\;\mu\;.\;d\mu}{b^4\;r^2} + \frac{c\;.\;\textit{sin.}\;\mu\;.\;d\mu}{r^2},$$

so ist die gesammte Schwere des Mauerpfeilers =

$$Se.er = \frac{a^2 g N^3 . \sin.\mu . d\mu}{b^4 r^2} + \frac{c g . \sin.\mu . d\mu}{r^2}$$

$$- \frac{a^2 N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^3} - \frac{c N . \overline{\sin.\mu}^2 d\mu}{r^2}$$

$$- \frac{a^2 c N . \overline{\sin.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^3} - \frac{c^2 . \overline{\sin.\mu}^2 . d\mu}{r^3}.$$

Nun verhält sich die gesammte Schwere des Mauerpfeilers zur Kraft, mit der er über die schiefe Fläche de herabglitschen würde, wenn es die Nebenpfeiler, und übriger Zusammenhang zuließen, $= r : \cos.\mu$; diese Kraft, oder der Druck des Mauerpfeilers auf den Hebelarm ML nach der Richtung PH, die aus seinem Schwerepunkte P dem unendlich kleinen Zirkelbogen de parallel gezogen wird, wird also seyn $= \frac{a^2 g N^3 . \sin.\mu . \cos.\mu . d\mu}{b^4 r^3}$

$$+ \frac{c g . \sin.\mu . \cos.\mu . d\mu}{r^3} - \frac{a^2 N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{b^4 r^4}$$

$$- \frac{c N . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{r^4} - \frac{a^2 c N^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{b^4 r^4}$$

$- \frac{c^2 . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{r^4}$ Wenn wir nun diesen schiefen Druck des Mauerpfeilers auf den Hebelarm ML in zwo andere Drückungen zertheilen, derer eine v waagrecht auf den Arm ML, die andere v' senkrecht auf den Arm MN drückt, so werden wir haben r :

$$\sin.\mu = \frac{a^2 g N^3 . \sin.\mu . \cos.\mu . d\mu}{b^4 r^3} +$$

$$\frac{c\,g\,.\sin.\,\mu\,.\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{r^3} - \frac{a^2 N^4.\,\overline{\sin.\,\mu}^2\,.\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{b^4\;r^4}$$

$$- \frac{c\,N\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^2\,.\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{r^4} - \frac{a^2 c\,N^3.\,\overline{\sin.\,\mu}^2\,.\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{b^4\;r^4}$$

$$- \frac{c^2.\,\overline{\sin.\,\mu}^2\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{r^4} : v =$$

$$\frac{a^2 g\,N^3.\,\overline{\sin.\,\mu}^2\,.\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{b^4\,r^4} + \frac{c\;g\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^2\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{r^4}$$

$$- \frac{a^2 N^4.\,\overline{\sin.\,\mu}^3\,.\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{b^4\;r^5} - \frac{c\,N\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^3\,.\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{a^2 c\,N^3.\,\overline{\sin.\,\mu}^3\,.\cos.\,\mu\,d\mu}{b^4\,r^5} - \frac{c^2.\,\overline{\sin.\,\mu}^3\,.\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{r^5},$$

und wiederum $r : \cos\,\mu = \dfrac{a^2 g\;N^3.\sin.\,\mu\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{b^4\;r^3}$

$$+ \frac{c\,g\,.\sin.\,\mu\,.\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{r^3} - \frac{a^2\;N^4.\,\overline{\sin.\,\mu}^2\,.\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{b^4\,r^4}$$

$$- \frac{c\,N\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^2\,.\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{r^4} - \frac{a^2 c\,N^3.\,\overline{\sin.\,\mu}^2\,.\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{b^4\;r^4}$$

$$- \frac{c^2\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^2\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{r^4} : v' =$$

$$\frac{a^2 g\;N^3.\,\sin.\,\mu\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^2\,.\,d\mu}{b^4\;r^4} + \frac{c\,g\,.\sin.\,\mu\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^2\,.\,d\mu}{r^4}$$

$$- \frac{a^2 N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^5} - \frac{c N . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{a^2 c N^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^5} - \frac{c^2 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5}$$

W. Z. F. W.

I. Zusatz. Das Moment der Drückung v ist

$$= v . \overline{ML + eI + Pe} = v . \overline{h + \frac{N . \sin.\mu}{r} + \frac{c . \sin.\mu}{r} + \frac{1}{2} g - \frac{N . \sin.\mu}{2r} - \frac{c . \sin.\mu}{2r}}$$

$$= v . \overline{\frac{2h + g}{2} + \frac{N . \sin.\mu}{2r} + \frac{c . \sin.\mu}{2r}}$$

$$= \frac{a^2 g . \overline{2h + g} . N^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{2 b^4 r^4}$$

$$+ \frac{c g . \overline{2h + g} . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{2 r^4}$$

$$- \frac{a^2 . \overline{2h + g} . N^4 \overline{\sin.\mu}^3 . \cos.\mu . d\mu}{2 b^4 r^5}$$

$$- \frac{c . \overline{2h + g} . N . \overline{\sin.\mu}^3 . \cos.\mu . d\mu}{2 r^5}$$

$$- \frac{a^2 c . \overline{2h + g} . N^3 . \overline{\sin.\mu}^3 . \cos.\mu . d\mu}{2 b^4 r^5}$$

—

$$-\frac{c^2 . \overline{2\,h + g} . \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^3 . \mathit{cos.}\ \mu . d\mu}{2\ r^5} +$$

$$\frac{a^2 g\,N^4 . \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^3 . \mathit{cos.}\ \mu . d\mu}{2\ b^4\ r^5} + \frac{c\,g\,N . \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^3 . \mathit{cos.}\ \mu . d\mu}{2\ r^5}$$

$$-\frac{a^2\,N^5 . \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^4 . \mathit{cos.}\ \mu . d\mu}{2\ b^4\ r^6} - \frac{c\,N^2 . \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^4 . \mathit{cos.}\ \mu . d\mu}{2\ r^6}$$

$$-\frac{a^2 c\,N^4 . \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^4 . \mathit{cos.}\ \mu . d\mu}{2\ b^4\ r^6} - \frac{c^2 N . \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^4 . \mathit{cos.}\ \mu . d\mu}{2\ r^6}$$

$$+\frac{a^2 c\,g\,N^3 . \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^3 . \mathit{cos.}\ \mu . d\mu}{2\ b^4\ r^5} + \frac{c^2 g . \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^3 . \mathit{cos.}\ \mu . d\mu}{2\ r^5}$$

$$-\frac{a^2 c\,N^4 . \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^4 . \mathit{cos.}\ \mu . d\mu}{2\ b^4\ r^6} - \frac{c^4 N . \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^4 . \mathit{cos.}\ \mu . d\mu}{2\ r^6}$$

$$-\frac{a^2\ c^2\,N^3 . \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^4 . \mathit{cos.}\ \mu . d\mu}{2\ b^4\ r^6} - \frac{c^3 . \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^4 . \mathit{cos.}\ \mu . d\mu}{2\ r^6}$$

$$= \frac{a^2\,g . \overline{2\,h + g} . N^3 . \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^2 . \mathit{cos.}\ d\mu}{2\ b^4\ r^4}$$

$$+\frac{c\ g . \overline{2\,h + g} . \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^2 . \mathit{cos.}\ \mu . d\mu}{2\ r^4}$$

$$-\frac{a^2 h\,N^4 . \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^3 . \mathit{cos.}\ \mu . d\mu}{b^4\ r^5} - \frac{c\,h\,N . \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^3 . \mathit{cos.}\ \mu . d\mu}{r^5}$$

$$-\frac{a^2 c\,h\,N^3 \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^3 . \mathit{cos.}\ \mu . d\mu}{b^4\ r^5} - \frac{c^2\,h . \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^3 . \mathit{cos.}\ \mu . d\mu}{r^5}$$

—

$$-\frac{a^2 N^5.\overline{\sin.\mu}^4.\cos.\mu.d\mu}{2\,b^4\,r^6}-\frac{c\,N^2.\overline{\sin.\mu}^4.\cos.\mu.d\mu}{2\,r^6}$$

$$-\frac{a^2 c\,N^4.\overline{\sin.\mu}^4.\cos.\mu.d\mu}{b^4\,r^6}-\frac{c^2 N.\overline{\sin.\mu}^4.\cos.\mu.d\mu}{r^6}$$

$$-\frac{a^2 c^2 N^3.\overline{\sin.\mu}^4.\cos.\mu.d\mu}{2\,b^4\,r^6}-\frac{c^3.\overline{\sin.\mu}^4.\cos.\mu.d\mu}{2\,r^6},$$

und die Summe aller Momente der Drückungen v der auf dem halben Gewölbe stehenden Mauer ist

$$=\frac{c\,h\,g}{3}+\frac{c\,g^2}{6}-\frac{c^2 h}{4}-\frac{c^3}{10}-\frac{b^2 c\,h}{4\,a}-$$

$$\frac{\overline{2\,n-1}\,.\,\overline{n+1}}{2\,n\,.\,\overline{2\,n+2}}\,.\,\frac{e^2}{a^2}\,P-\frac{b^2\,c^2}{5\,a}-$$

$$\frac{\overline{2\,n-1}\,.\,\overline{n+3}}{2\,n\,.\,\overline{2\,n+5}}\,.\,\frac{e^2}{a^2}\,P-\frac{b^4\,c}{10\,a^2}-$$

$$\frac{2\,n+3}{2\,n+5}\,.\,\frac{e^2}{a^2}\,P+\frac{b^2 g\,.\,\overline{2\,h+g}}{6\,a}+$$

$$\frac{\overline{2\,n+1}^2}{2\,n\,.\,\overline{2\,n+3}}\,.\,\frac{e^2}{a^2}\,P-\frac{b^2 c\,h}{4\,a}-$$

$$\frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2\,n+1}}{n\,.\,\overline{2\,n+4}}\,.\,\frac{e^2}{a^2}\,P-\frac{b^2\,c^2}{10\,a}-$$

2

$$\frac{\overline{2n+1}.\overline{2n+3}}{2n.\overline{2n+5}}.\frac{e^2}{a^2}P - \frac{b^4 h}{4a^5} - \frac{\overline{n+1}^2}{n.\overline{n+2}}.$$

$$\frac{e^2}{a^2}P - \frac{b^4 c}{5a^5} - \frac{\overline{n+1}.\overline{2n+3}}{n.\overline{2n+5}}.\frac{e^2}{a^2}P$$

$$-\frac{b^6}{10a^3} - \frac{\overline{2n+3}^2}{2n.\overline{2n+5}}.\frac{e^2}{a^2}P.$$

II. Zusatz. Das Moment der Drückungen v' ist

$$= v'.\overline{La+aA+Ak-Ik} = v'.$$

$$\overline{d+c+a-\frac{a^2N.\cos.\mu}{b^2r}-\frac{c.\cos.\mu}{r}}.$$

$$= \frac{a^2 g d N^3.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{b^4r^4} +$$

$$\frac{c g d.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{r^4} - \frac{a^2 d N^4.\overline{\sin.\mu}^2.\overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{b^4r^5}$$

$$- \frac{c d N.\overline{\sin.\mu}^2.\overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{r^5} - \frac{a^2 c d N^3.\overline{\sin.\mu}^2.}{b^4r^5}$$

$$\overline{\cos.\mu}^2.d\mu - \frac{c^2 d.\overline{\sin.\mu}^2.\overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{r^5} +$$

$$\frac{a^2 c g N^3.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{b^4r^4} + \frac{c^2 g.\sin.\mu.\overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{r^4}$$

—

$$- \frac{a^2 c N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^5} - \frac{c^2 N . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{a^2 c^2 N^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^5} -$$

$$\frac{c^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5} + \frac{a^3 g N^3 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^4}$$

$$+ \frac{a c g . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^4} - \frac{a^3 N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^5}$$

$$- \frac{a c N . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5} - \frac{a^2 c N^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^5}$$

$$- \frac{a c^2 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5} - \frac{a^4 g N^4 \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^6 r^5}$$

$$- \frac{a^2 c g N . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^2 r^5} +$$

$$\frac{a^4 N^5 . \overline{\sin.\mu}^2 \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^6 r^6} + \frac{a^2 c N^2 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^2 r^6}$$

$$+ \frac{a^4 c N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^6 r^6} + \frac{a^2 c^2 N . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^2 r^6}$$

$$- \frac{a^2 c g N^3 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^4 r^5}$$

$$- \frac{c^2 g . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{r^5} + \frac{a^2 c N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^4 r^6}$$

$+$

$$+ \frac{c^2 N . \overline{\text{sin.}\mu}^2 . \overline{\text{cos.}\mu}^3 . d\mu}{r^6} + \frac{a^2 c^2 N^3 . \overline{\text{sin.}\mu}^2 . \overline{\text{cos.}\mu}^3 . d\mu}{b^4\ r^6}$$

$$+ \frac{c^3 . \overline{\text{sin.}\ \mu}^2 . \overline{\text{cos.}\ \mu}^3 . d\mu}{r^6} = \frac{a^2 g\, d N^3 . \text{sin.}\ \mu . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2 . d\mu}{b^4\ r^4}$$

$$+ \frac{c\, g\, d . \text{sin.}\mu . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2\, d\mu}{r^4} - \frac{a^2 d N^4 . \overline{\text{sin.}\ \mu}^2 . \overline{\text{cos.}\mu}^2 . d\mu}{b^4\ r^5}$$

$$- \frac{c\, d N . \overline{\text{sin.}\ \mu}^2 . \overline{\text{cos.}\mu}^2 . d\mu}{r^5} - \frac{a^2 c\ d\ N^3 . \ \text{sin.}\ \mu .}{b^4\ r^5}$$

$$\frac{\overline{\text{cos.}\ \mu}^2 . d\mu}{} - \frac{c^2 d\ . \overline{\text{sin.}\ \mu}^2 . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2 . d\mu}{r^5}$$

$$+ \frac{a^2 g\ . \overline{a + c}\ . N^3 . \text{sin.}\ \mu . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2 . d\mu}{b^4\ r^4}$$

$$+ \frac{c\ g\ . \overline{a + c}\ . \text{sin.}\ \mu\ . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2 . d\mu}{r^4}$$

$$- \frac{a^2\ . \overline{a + c}\ . N^4 . \overline{\text{sin.}\ \mu}^2 . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2 . d\mu}{b^4\ r^5}$$

$$- \frac{c\ . \overline{a + c}\ . N\ . \overline{\text{sin.}\ \mu}^2 . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2 . d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{a^2 c\ . \overline{a + c}\ . N^3 . \overline{\text{sin.}\ \mu}^2 . \overline{\text{cos.}\ \mu}^2 . d\mu}{b^4\ r^5}$$

—

$$- \frac{c^2 . \overline{a+c} . \overline{sin.\mu}^2 . \overline{cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5} -$$

$$\frac{a^4 g N^4 . sin.\mu . \overline{cos.\mu}^3 . d\mu}{b^6 r^5} - \frac{a^2 c g N . sin.\mu . \overline{cos.\mu}^3 . d\mu}{b^2 r^5}$$

$$+ \frac{a^4 N^5 . \overline{sin.\mu}^2 . \overline{cos.\mu}^3 . d\mu}{b^6 r^6} + \frac{a^2 c N^2 . \overline{sin.\mu}^2 . \overline{cos.\mu}^3 . d\mu}{b^2 r^6}$$

$$+ \frac{a^2 c . \overline{a^2 + b^2} . N^4 . \overline{sin.\mu}^2 . \overline{cos.\mu}^3 . d\mu}{b^6 r^6}$$

$$+ \frac{c^2 . \overline{a^2 + b^2} . N . \overline{sin.\mu}^2 . \overline{cos.\mu}^3 . d\mu}{b^2 r^6}$$

$$- \frac{a^2 c g N^3 . sin.\mu . \overline{cos.\mu}^3 . d\mu}{b^4 r^5} -$$

$$\frac{c^2 g . sin.\mu . \overline{cos.\mu}^3 . d\mu}{r^5} + \frac{a^2 c^2 N^3 . \overline{sin.\mu}^2 . \overline{cos.\mu}^3 . d\mu}{b^4 r^6}$$

$+ \frac{c^3 . \overline{sin.\mu}^2 . \overline{cos.\mu}^3 . d\mu}{r^6}$, und die Summe aller Momente der Drückungen v', der auf dem halben elliptischen Gewölbe stehenden Mauer ist $= \frac{c g d}{3} - \frac{c^2 d}{16}$.

$$\frac{\pi}{2r} - \frac{b^2 c d}{16 a} . \frac{\pi}{2r} - \frac{\overline{2n-1} . \overline{2n+1}}{2n . \overline{2n+4}} .$$

$$\frac{e^2}{a^2} P + \frac{b^2 g d}{3a} + \frac{2n+1}{2n+3} . \frac{e^2}{a^2} P - \frac{b^2 c d}{16 a} .$$

π

$$\frac{\pi}{2r} \cdot - \frac{\overline{2n+1}^2}{2n \cdot \overline{2n+4}} \cdot \frac{e^2}{a^2} P - \frac{b^4 d}{16 a^2} \cdot \frac{\pi}{2r}$$

$$- \frac{\overline{n+1} \cdot \overline{2n+1}}{n \cdot \overline{2n+4}} \cdot \frac{e^2}{a^2} P + \frac{cg \cdot \overline{a+c}}{3}$$

$$- \frac{c^2 \cdot \overline{a+c}}{16} \cdot \frac{\pi}{2r} - \frac{c^2 g}{4} + \frac{2c^3}{15} - \frac{b^2 c \cdot \overline{a+c}}{16a} \cdot$$

$$\frac{\pi}{2r} - \frac{\overline{2n-1} \cdot \overline{2n+1}}{2n \cdot \overline{2n+4}} \cdot \frac{e^2}{a^2} P - \frac{acg}{4} -$$

$$\frac{\overline{2n-1}}{\overline{2n+4}} \cdot \frac{e^2}{a^2} P + \frac{2c^2 \cdot \overline{a^2+b^2}}{15a} +$$

$$\frac{\overline{2n-1} \cdot \overline{2n+1}}{2n \cdot \overline{2n+5}} \cdot \frac{e^2}{a^2} P + \frac{2b^2 c}{15} + \frac{\overline{2n+1}}{\overline{2n+5}} \cdot$$

$$\frac{e^2}{a^2} P + \frac{b^2 g \cdot \overline{a+c}}{3a} + \frac{\overline{2n+1}}{\overline{2n+3}} \cdot \frac{e^2}{a^2} P -$$

$$\frac{b^2 c \cdot \overline{a+c}}{16a} \cdot \frac{\pi}{2r} - \frac{\overline{2n+1}^2}{2n \cdot \overline{2n+4}} \cdot \frac{e^2}{a^2} P -$$

$$\frac{b^2 cg}{4a} - \frac{\overline{2n+1}}{\overline{2n+3}} \cdot \frac{e^2}{a^2} P + \frac{2b^2 c^2}{15a} +$$

$$\frac{\overline{2n+1}^2}{2n \cdot \overline{2n+5}} \cdot \frac{e^2}{a^2} P - \frac{b^4 \cdot \overline{a+c}}{16 a^2} \cdot \frac{\pi}{2r} +$$

$$\frac{\overline{n+1}\cdot\overline{2n+1}}{n\cdot\overline{2n+4}}\cdot\frac{e^2}{a^2}P - \frac{b^2 g}{4} - \frac{n+1}{n+2}\cdot$$

$$\frac{e^2}{a^2}P + \frac{2b^2c\cdot\overline{a^2+b^2}}{15\,a^2} + \frac{\overline{n+1}\cdot\overline{2n+1}}{n\cdot\overline{2n+5}}\cdot$$

$$\frac{e^2}{a^2}P + \frac{2b^4}{15\,a} + \frac{\overline{2n+1}\cdot\overline{2n+3}}{2n\cdot\overline{2n+5}}\cdot\frac{e^2}{a^2}P.$$

IX. Aufgabe. Wenn die über dem elliptischen Gewölbe aufgeführte Mauer, anstatt oben waagrecht zu seyn, einen Eselsrücken ausmacht, die Drückung finden, die der Mauerpfeiler $S'ed's'$, der auf dem Bestandtheile des elliptischen Gewölbs steht, wider die Seitenmauer ausübt.

Wenn so wie in der vorigen Aufgabe $RC = g$. und $RC : CT = m : n$, weil $IC = IK + KC$

$$= \frac{c\,.\cos.\,\mu}{r} + \frac{a^2N\,.\cos.\,\mu}{b^2\,r}, \text{ so ist } n : m = RS$$

$$(= IC) : SS' = \frac{mc\,.\cos\,\mu}{nr} + \frac{ma^2N\,.\cos.\,\mu}{nb^2\,r},$$

und $S'e = RC - eI - SS' = g - \frac{N\,.\,\sin.\,\mu}{r}$

$$- \frac{c\,.\sin.\,\mu}{r} - \frac{mc\,.\,\cos.\,\mu}{nr} - \frac{ma^2N\,.\cos.\,\mu}{nb^2r},$$

weil überdieß, so wie wirs in der vorigen Aufgabe ge-

funden, $e\,r = \frac{a^2\ N^3.\,\mathit{fin.}\ \mu\ .\ d\mu}{b^4\ r^2} + \frac{c\ .\ \mathit{fin.}\,\mu\,.\,d\mu}{r^2}$,

so ist die gesammte Schwere des Mauerpfeilers =

$$S'e\,.\,e\,r = \frac{c\,g\ .\ \mathit{fin.}\ \mu\ .\ d\mu}{r^2} + \frac{a^2 g\,N^3.\,\mathit{fin.}\,\mu\,.\,d\mu}{b^4\ r^2}$$

$$- \frac{c\,N\,.\,\overline{\mathit{fin}\ \mu}^2\,.\,d\mu}{r^3} - \frac{a^2\,N^4.\ \overline{\mathit{fin.}\,\mu}^2\,.\,d\mu}{b^4\ r^3} - \frac{c^2.\,\overline{\mathit{fin.}\,\mu}^2\ .\ d\mu}{r^3}$$

$$- \frac{a^2 c\ N^3.\,\overline{\mathit{fin.}\,\mu}^2\,.\,d\mu}{b^4\ r^3} - \frac{m\ c^2\ .\ \mathit{fin.}\ \mu\,.\,\mathit{cos.}\ \mu\,.\,d\mu}{n\ r^3}$$

$$- \frac{m\,a^2 c\,N^3.\ \mathit{fin.}\,\mu\,.\ \mathit{cos.}\ \mu\ .\ d\mu}{n\ b^4\ r^3} - \frac{m\ a^2 c N\,.\,\mathit{fin.}\,\mu\,.}{}$$

$$\frac{\mathit{cos.}\ \mu\ .\ d\mu}{n\ b^2\ r^3} - \frac{m\ a^4\ N^4.\ \mathit{fin.}\ \mu\ .\ \mathit{cos}\ .\ \mu\,.\,d\mu}{n\,b^6\,r^3};$$

der Druck des Mauerpfeilers auf den Hebelarm ML nach der Richtung P′ H′, die aus seinem Schwerepunkte P′ dem unendlich kleinen Zirkelbogen de parallel

gezogen wird, wird also seyn $= \frac{c\,g\,.\,\mathit{fin.}\,\mu\,.\,\mathit{cos.}\,\mu\,.\,d\mu}{r^3}$

$$- \frac{c^2.\,\mathit{fin.}\,\mu\,.\,\mathit{cos.}\,\mu\,.\,d\mu}{r^4} - \frac{m\,c^2.\ \mathit{fin.}\ \mu\ .\ \overline{\mathit{cos.}\ \mu}^2\ .\ d\mu}{n\ r^4}$$

$$- \frac{c\ N.\ \overline{\mathit{fin.}\ \mu}^2\,.\,\mathit{cos.}\,\mu\,.\,d\mu}{r^4} - \frac{m\,a^2 c N\ .\mathit{fin.}\,\mu\ .\overline{\mathit{cos.}\mu}^2.d\mu}{n\,b^2\ r^4}$$

$$+ \frac{a^2 g N^3.\,\mathit{fin.}\,\mu\,.\,\mathit{cos.}\,\mu\,.\,d\mu}{b^4\,r^3} - \frac{a^2 c\,N^3.\,\overline{\mathit{fin.}\,\mu}^2\,.\,\mathit{cos.}\ \mu\,.d\mu}{b^4\ r^4}$$

 —

$$- \frac{m\,a^2 c N^3 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{n\,b^4\,r^4} - \frac{a^2 N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{b^4\,r^4}$$

$$- \frac{m\,a^4 N^4 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{n\,b^6\,r^4}.$$

Wenn wir nun diesen schiefen Druck des Mauerpfeilers auf den Hebelarm ML in zwo andere Drückungen zertheilen, derer eine ν waagrecht auf den Hebelarm ML, die andere ν' senkrecht auf den Arm MN drückt, so werden wir haben

$$\nu = \frac{c\,g . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{r^4}$$

$$- \frac{c^2 . \overline{\sin.\mu}^3 . \cos.\mu . d\mu}{r^5} - \frac{m\,c^2 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{n\,r^5}$$

$$- \frac{c\,N . \overline{\sin.\mu}^3 . \cos.\mu . d\mu}{r^5} - \frac{m\,a^2 c N . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{n\,b^2\,r^5}$$

$$+ \frac{a^2 g N^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{b^4\,r^4} - \frac{a^2 c N^3 . \overline{\sin.\mu}^3 . \cos.\mu . d\mu}{b^4\,r^5}$$

$$- \frac{m\,a^2 c N^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{n\,b^4\,r^5} - \frac{a^2 N^4 . \overline{\sin.\mu}^3 . \cos.\mu . d\mu}{b^4\,r^5}$$

$$- \frac{m\,a^4 N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{n\,b^6\,r^5},$$ und ν'

$$= \frac{c\,g . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^4} - \frac{c^2 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{m\,c^2 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{n\,r^5} - \frac{c\,N . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5}$$

−

$$-\frac{m a^2 c N . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{n b^2 r^5} + \frac{a^2 g N^3 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^4 r^4}$$

$$-\frac{a^2 c N^3 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^4 r^5} - \frac{m a^3 c N^3 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{n b^4 r^5}$$

$$-\frac{a^2 N^4 . \overline{\sin. \mu}^3 \overline{\cos. \mu}^{-2} . d\mu}{b^4 r^5} - \frac{m a^4 N^4 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{n b^6 r^5}$$

. W. Z. F. W.

I. Zusatz. Das Moment der Drückung ν ist

$$= \nu . \overline{ML + eI + P'e} = \nu . \overline{h + \frac{N . \sin. \mu}{r} + \frac{c . \sin. \mu}{r} + \frac{1}{2} g - \frac{N . \sin. \mu}{2 r} - \frac{c . \sin. \mu}{2 r} - \frac{m c . \cos. \mu}{2 n r} - \frac{m a^2 N . \cos. \mu}{2 n b^2 r}} = \nu .$$

$$\overline{\frac{2 h + g}{2} + \frac{c . \sin. \mu}{2 r} - \frac{m c . \cos. \mu}{2 n r} + \frac{N . \sin. \mu}{2 r} - \frac{m a^2 N . \cos. \mu . d\mu}{2 n b^2 r}} = \frac{c g . \overline{2 h + g} . \overline{\sin. \mu}^2 . \cos. \mu . d\mu}{2 r^4} - \frac{c^2 . \overline{2 h + g} . \overline{\sin. \mu}^3 . \cos. \mu . d\mu}{2 r^5}$$

$$- \frac{m c^2 . \overline{2 h + g} . \overline{\text{sin.}\, \mu}^2 . \overline{\text{cos.}\, \mu}^2 . d\mu}{2 n r^5}$$

$$- \frac{c . \overline{2 h + g} . N . \overline{\text{sin.}\, \mu}^3 . \text{cos.}\, \mu . d\mu}{2 r^5}$$

$$- \frac{m a^2 c . \overline{2 h + g} . N \overline{\text{sin.}\, \mu}^2 . \overline{\text{cos.}\, \mu}^2 . d\mu}{n 2 b^2 r^5}$$

$$+ \frac{a^2 g . \overline{2 h + g} N^3 . \overline{\text{sin.}\, \mu}^2 . \text{cos.}\, \mu . d\mu}{2 b^4 r^4}$$

$$- \frac{a^2 c . \overline{2 h + g} . N^3 . \overline{\text{sin.}\, \mu}^3 . \text{cos.}\, d\mu}{2 b^4 r^5}$$

$$- \frac{m a^2 c . \overline{h + g} . N^3 . \overline{\text{sin.}\, \mu}^2 . \overline{\text{cos.}\, \mu}^2 . d\mu}{2 n b^4 r^5}$$

$$- \frac{a^2 . \overline{2 h + g} . N^4 . \overline{\text{sin.}\, \mu}^3 : \text{cos.}\, \mu . d\mu}{2 b^4 r^5}$$

$$- \frac{m a^4 . 2 \overline{h + g} . N^4 .. \overline{\text{sin.}\, \mu}^3 . \overline{\text{cos.}\, \mu}^2 . d\mu}{2 n b^6 r^5}$$

$$+ \frac{c^2 g . \overline{\text{sin.}\, \mu}^3 . \text{cos.}\, \mu . d\mu}{2 r^5} - \frac{c^3 . \overline{\text{sin.}\, \mu}^4 . \text{cos.}\, \mu . d\mu}{2 r^6}$$

$$- \frac{m c^3 . \overline{\text{sin.}\, \mu}^3 . \overline{\text{cos.}\, \mu}^2 . d\mu}{2 n r^6} - \frac{c^2 N . \overline{\text{sin.}\, \mu}^4 . \text{cos.}\, \mu . d\mu}{2 r^6}$$

—

$$-\frac{m\,a^2\,c^2\,N\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{3}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{2}\,.\,d\mu}{2\,n\,b^2\,r^6}+$$

$$\frac{a^2 c\,g\,N^3.\,\overline{\sin.\,\mu}^{3}\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{2\,b^4\,r^5}-\frac{a^2\,c^2\,N^3\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{4}\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{2\,b^4\,r^6}-\frac{m\,a^2\,c^2 N^3.\,\overline{\sin.\,\mu}^{3}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{2}.\,d\mu}{2\,n\,b^4\,r^6}$$

$$-\frac{a^2 c\,N^4.\,\overline{\sin.\,\mu}^{4}\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{2\,b^4\,r^6}-\frac{m\,a^4 c N^4.\,\overline{\sin.\mu}^{3}\,.\,\overline{\cos.\mu}^{2}.d\mu}{2\,n\,b^6\,r^6}$$

$$-\frac{m\,c^2 g\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{2}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{2}\,.d\mu}{2\,n\,r^5}+\frac{m\,c^3\,.\overline{\sin.\,\mu}^{3}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{2}\,.\,d\mu}{2\,n\,r^6}$$

$$+\frac{m^2\,c^3\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{2}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{3}\,.\,d\mu}{2\,n^2\,r^6}+\frac{m^2\,a^2\,c^2\,N\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{2}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{3}\,.\,d\mu}{2\,n^2 b^2\,r^6}-\frac{m\,a^2 c\,g\,N^3.\,\overline{\sin.\,\mu}^{2}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{2}\,.\,d\mu}{2\,n\,b^4\,r^5}$$

$$+\frac{m\,c^2.\,N\,.\overline{\sin.\,\mu}^{3}.\,\overline{\cos.\,\mu}^{2}.\,d\mu}{2\,n\,r^6}+\frac{m\,a^2 c^2\,N^3\,\overline{\sin.\,\mu}^{2}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{2}\,.\,d\mu}{2\,n\,b^4\,r^6}+\frac{m^2 a^2 c^2\,N^3.\,\overline{\sin.\,\mu}^{2}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{3}\,.\,d\mu}{2\,n\,b^4\,r^6}+$$

$$\frac{m\,a^2 c N^4.\overline{\sin.\,\mu}^{3}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{2}\,.\,d\mu}{2\,n\,b^4\,r^6}+\frac{m\,a^4 c N^4.\overline{\sin.\mu}^{2}\,.\overline{\cos.\,\mu}^{3}\,.\,d\mu}{2\,n^2\,b^6\,r^6}$$

$$+\frac{c\,g\,N\,.\overline{\sin.\,\mu}^{3}\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{2\,r^5}-\frac{c^2 N\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{4}\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{2\,r^6}$$

$$- \frac{m c^2 N . \overline{\sin. \mu}^3 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{2 n r^6} - \frac{c N^2 . \overline{\sin. \mu}^4 . \cos. \mu . d\mu}{2 r^6}$$

$$- \frac{m a^2 c N^2 . \overline{\sin. \mu}^3 . \overline{\cos. \mu}^2 . d \mu}{2 n b^2 r^6} +$$

$$\frac{a^2 g N^4 . \overline{\sin. \mu}^3 . \cos. \mu . d\mu}{2 b^4 r^5} - \frac{a^2 c N^4 . \overline{\sin. \mu}^4 . \cos. \mu . d\mu}{2 b^4 r^6} -$$

$$\frac{m a^2 c N^4 . \overline{\sin. \mu}^3 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{2 n b^4 r^6} - \frac{a^2 N^5 . \overline{\sin. \mu}^4 . \cos. \mu . d\mu}{2 b^4 r^6}$$

$$- \frac{m a^4 N^5 . \overline{\sin. \mu}^3 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{2 n b^6 r^6} - \frac{m a^2 c g N . \overline{\sin. \mu}^2 .}{2 n b^2 r^5}$$

$$\overline{\cos. \mu}^2 . d\mu + \frac{m a^2 c^2 N . \overline{\sin. \mu}^3 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{2 n b^2 r^6} +$$

$$\frac{m^2 a^2 c^3 N . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{2 n^2 b^2 r^6} + \frac{m a^2 c N^2 . \overline{\sin. \mu}^3 .}{2 n b^2 r^6}$$

$$\overline{\cos. \mu}^2 . d\mu + \frac{m^2 a^4 c N^2 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{2 n^2 b^4 r^6}$$

$$- \frac{m a^4 g N^4 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d \mu}{2 n b^6 r^5} +$$

$$\frac{m c^4 c N^4 . \overline{\sin. \mu}^3 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{2 n b^6 r^6} + \frac{m^2 a^4 c N^4 . \overline{\sin. \mu}^2 .}{2 n^2 b^6 r^6}$$

cos.

$$\overline{\cos.\mu}^3 . d\mu + \frac{m^2 a^4 c N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{2 n^2 b^6 r^6}$$

$$+ \frac{m a^4 N^5 . \overline{\sin.\mu}^3 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{2 n b^6 r^6} + \frac{m^2 a^6 N^5 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{2 n^2 b^8 r^6}$$

$$= \frac{c g . \overline{2 h + g} . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{2 r^4}$$

$$- \frac{c^2 h . \sin.\mu . \cos.\mu . d\mu}{r^5} - \frac{m c^2 . \overline{h + g} . \overline{\sin.\mu}^2 .}{n r^5}$$

$$\overline{\cos.\mu}^2 . d\mu - \frac{c^3 . \overline{\sin.\mu}^4 . \cos.\mu . d\mu}{2 r^6} +$$

$$\frac{m^2 c^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{2 n^2 r^6} - \frac{c h N . \overline{\sin.\mu}^3 . \cos.\mu . d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{m a^2 c . \overline{h + g} . N . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{n b^2 r^5}$$

$$- \frac{c^2 N . \overline{\sin.\mu}^4 . \cos.\mu . d\mu}{r^6} + \frac{m^2 a^2 c^2 N . \overline{\sin.\mu}^2 .}{n^2 b^2 r^6}$$

$$\overline{\cos.\mu}^3 . d\mu - \frac{c N^2 . \overline{\sin.\mu}^4 . \cos.\mu . d\mu}{2 r^6}$$

$$+ \frac{m^2 a^4 c N^2 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{2 n^2 b^4 r^6}$$

$$+ \frac{a^2 g \,.\, \overline{2h + g} \,.\, N^3 \, \overline{\text{ſin.}\ \mu}^2 \,.\, \text{cos.}\ \mu \,.\, d\mu}{2\, b^4\, r^4}$$

$$- \frac{a^2\, c\, h\, N^3 \,.\, \overline{\text{ſin.}\ \mu}^3 \,.\, \text{cos.}\ \mu \,.\, d\mu}{b^4\, r^5}$$

$$- \frac{m\, a^2 c\, \overline{h + g} \,.\, N^3 \,.\, \overline{\text{ſin.}\ \mu}^2 \,.\, \overline{\text{cos.}\ \mu}^2 \,.\, d\mu}{n\, b^4\, r^5}$$

$$- \frac{a^2\, c^2 N^3 \,.\, \overline{\text{ſin.}\ \mu}^4 \,.\, \text{cos.}\ \mu \,.\, d\mu}{2\, b^4\, r^6} + \frac{m^2 a^2 c^2 N^3 \,.\, \overline{\text{ſin.}\ \mu}^2 \,.\, \overline{\text{cos.}\ \mu}^3 \,.\, d\mu}{2\, n^2\, b^4\, r^6}$$

$$- \frac{a^2\, h\, N^4 \,.\, \overline{\text{ſin.}\ \mu}^3 \,.\, \text{cos.}\ \mu \,.\, d\mu}{b^4\, r^5}$$

$$- \frac{m\, a^4 \,.\, \overline{h + g} \,.\, N^4 \,.\, \overline{\text{ſin.}\ \mu}^2 \,.\, \overline{\text{cos.}\ \mu}^2 \,.\, d\mu}{n\, b^6\, r^5}$$

$$- \frac{a^2\, c\, N^4 \,.\, \overline{\text{ſin.}\ \mu}^4 \,.\, \text{cos.}\ \mu \,.\, d\mu}{b^4\, r^6} + \frac{m^2\, a^4 c\, N^4 \,.\, \overline{\text{ſin.}\ \mu}^2 \,.\, \overline{\text{cos.}\ \mu}^3 \,.\, d\mu}{n^2\, b^6\, r^6}$$

$$- \frac{a^2\, N^5 \,.\, \overline{\text{ſin.}\ \mu}^4 \,.\, \text{cos.}\ \mu \,.\, d\mu}{2\, b^4\, r^6} + \frac{m^2\, a^6\, N^5 \,.\, \overline{\text{ſin.}\ \mu}^2 \,.\, \overline{\text{cos.}\ \mu}^3 \,.\, d\mu}{2\, n^2\, b^8\, r^6},$$

und die Summe aller Momente der Drückungen v der auf dem halben Gewölbe stehenden Mauer ist $= \frac{c\, g \,.\, \overline{2h + g}}{6} - \frac{c^2 h}{4} - \frac{m\, c^2 \,.\, \overline{h + g}}{16\, n} \,.\, \frac{\pi}{2r} - \frac{c^3}{10} + \frac{m^2\, c^3}{15\, n^2} -$

b²

$$\frac{b^2 c h}{4a} - \frac{\overline{2n-1}\,.\,\overline{n+1}}{2n\,.\,\overline{n+2}}\,.\,\frac{e^2}{a^2}\,P -$$

$$\frac{mac\,.\,\overline{h+g}}{16n}\,.\,\frac{\pi}{2r} - \frac{\overline{2n-1}\,.\,\overline{2n+1}}{2n\,.\,\overline{2n+4}}\,.$$

$$\frac{e^2}{a^2}\,P - \frac{b^2 c^2}{5a} - \frac{\overline{2n-1}\,.\,\overline{n+3}}{2n\,.\,\overline{2n+5}}\,.\,\frac{e^2}{a^2}\,P +$$

$$\frac{2m^2 a c^2}{15n^2} + \frac{\overline{2n-1}\,.\,\overline{2n+1}}{2n\,.\,\overline{2n.+5}}\,.\,\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$-\frac{b^4 c}{10a^2} - \frac{2n+3}{2n+5}\,.\,\frac{e^2}{a^2}\,P + \frac{m^2 a^2 c}{15n^2} +$$

$$\frac{2n+1}{2n+5}\,.\,\frac{e^2}{a^2}\,P + \frac{b^2 g\,.\,\overline{2h+g}}{6a} +$$

$$\frac{\overline{2n+1}^2}{2n\,.\,\overline{2n+3}}\,.\,\frac{e^2}{a^2}\,P - \frac{b^2 c h}{4a} -$$

$$\frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n+1}}{n\,.\,\overline{2n+4}}\,.\,\frac{e^2}{a^2}\,P - \frac{m b^2 c\,\overline{h+g}}{16a}\,.\,\frac{\pi}{2r}$$

$$-\frac{\overline{2n+1}^2}{2n\,.\,\overline{2n+4}}\,.\,\frac{e^2}{a^2}\,P - \frac{b^2 c^2}{10a} -$$

$$\frac{\overline{2n+1}\,.\,\overline{2n+3}}{2n\,.\,\overline{2n+5}}\,.\,\frac{e^2}{a^2}\,P + \frac{m^2 b^2 c^2}{15n^2 a} +$$

2

$$\frac{\overline{2n+1}^2}{2n\,.\,\overline{2n+5}}\,.\,\frac{e^2}{a^2}\,P - \frac{b^4\,h}{4\,a^2} - \frac{\overline{n+1}^2}{n\,.\,\overline{n+2}}\,.$$

$$\frac{e^2}{a^2}\,P - \frac{m\,b^2.\,\overline{h+g}}{16\,n}\,.\,\frac{\pi}{2r} - \frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n+1}}{n\,.\,\overline{2n+4}}\,.$$

$$\frac{e^2}{a^2}\,P - \frac{b^4\,c}{5\,a^2} - \frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n+3}}{n\,.\,\overline{2n+5}}\,.\,\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$+ \frac{2\,m^2\,b^2 c}{15\,n^2} + \frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n+1}}{n\,.\,\overline{2n+5}}\,.\,\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$- \frac{b^6}{10\,a^3} - \frac{\overline{2n+3}^2}{2n\,.\,\overline{2n+5}}\,.\,\frac{e^2}{a^2}\,P - \frac{m^2\,a\,b^2}{15\,n^2} +$$

$$\frac{\overline{2n+1}\,.\,\overline{n+3}}{2n\,.\,\overline{2n+5}}\,.\,\frac{e^2}{a^2}\,P.$$

II. Zusatz. Das Moment der Drückung v' ist

$$= v'\,.\,\overline{L\,a + a\,A + A\,k - I\,k} = v'\,.$$

$$\overline{d + c + a - \frac{a^2\,N\,.\,cos.\,\mu}{b^2\,r} - \frac{c\,.\,cos.\,\mu}{r}}$$

$$= \frac{e\,g\,d\,.\,sin.\,\mu\,.\,\overline{cos.\,\mu}^2\,.\,d\mu}{r^4} - \frac{c^2 d\;sin.\,\mu\,.\,\overline{cos.\,\mu}^2\,.\,d\mu}{r^5}$$

—

$$- \frac{m c^2 d . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{n r^5} - \frac{c d N . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{m a^2 c d N . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{n b^2 r^5}$$

$$+ \frac{a^2 g d N^3 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^4} - \frac{a^2 c d N^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^5}$$

$$- \frac{m a^2 c d N^3 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{n b^4 r^5}$$

$$- \frac{a^2 d N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^5} - \frac{m a^4 d N^4 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{n b^6 r^5}$$

$$+ \frac{c g . \overline{a + c} . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^4}$$

$$- \frac{c^2 . \overline{a + c} . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{m c^2 . \overline{a + c} \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{n r^5}$$

$$- \frac{c . \overline{a + c} . N . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{m a^2 c . \overline{a + c} . N . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{n b^2 r^5}$$

$$+ \frac{a^2 g . \overline{a + c} . N^3 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^4}$$

$$- \frac{a^2 c . \overline{a + c} . N^3 \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^5}$$

—

$$- \frac{m\, a^2 c \,.\, \overline{a + c} \,.\, N^3 \,.\, \sin.\, \mu \,.\, \overline{\cos.\, \mu}^3 \,.\, d\mu}{n\, b^4\, r^5}$$

$$- \frac{a^2 \,.\, \overline{a + c} \,.\, N^4 \,.\, \overline{\sin.\, \mu}^2 \,.\, \overline{\cos.\, \mu}^2 \,.\, d\mu}{b^4\, r^5}$$

$$- \frac{m\, a^4 \,.\, \overline{a + c} \,.\, N^4 \,.\, \sin.\, \mu \,.\, \overline{\cos.\, \mu}^3 \,.\, d\mu}{n\, b^6\, r^5}$$

$$- \frac{c^2 g \,.\, \sin.\, \mu \,.\, \overline{\cos.\, \mu}^3 \,.\, d\mu}{r^5} + \frac{c^3 \,.\, \overline{\sin.\, \mu}^2 \,.\, \overline{\cos.\, \mu}^3 \,.\, d\mu}{r^6} +$$

$$\frac{m\, c^3 \,.\, \sin.\, \mu \,.\, \overline{\cos.\, \mu}^4 \,.\, d\mu}{n\, r^6} + \frac{c^2\, N \,.\, \overline{\sin.\, \mu}^2 \,.\, \overline{\cos.\, \mu}^3 \,.\, d\mu}{r^6}$$

$$+ \frac{m\, a^2\, c^2\, N \,.\, \sin.\, \mu \,.\, \overline{\cos.\, \mu}^4 \,.\, d\mu}{n\, b^4\, r^6} - \frac{a^2 c\, g\, N^3 \,.\, \sin.\, \mu \,.\, \overline{\cos.\, \mu}^3 \,.\, d\mu}{b^4\, r^5}$$

$$+ \frac{a^2\, c^2\, N^3 \,.\, \overline{\sin.\, \mu}^2 \,.\, \overline{\cos.\, \mu}^3 \,.\, d\mu}{b^4\, r^6}$$

$$+ \frac{m\, a^2\, c^2\, N^3 \,.\, \sin.\, \mu \,.\, \overline{\cos.\, \mu}^4 \,.\, d\mu}{n\, b^4\, r^6} + \frac{a^2 c\, N^4 \,.\, \overline{\sin.\, \mu}^2 \,.\, \overline{\cos.\, \mu}^3 \,.\, d\mu}{b^4\, r^6}$$

$$+ \frac{m\, a^4\, c\, N^4 \,.\, \sin.\, \mu \,.\, \overline{\cos.\, \mu}^4 \,.\, d\mu}{n\, b^6\, r^6}$$

$$- \frac{a^2 c\, g\, N \,.\, \sin.\, \mu \,.\, \overline{\cos.\, \mu}^3 \,.\, d\mu}{b^2\, r^5} + \frac{a^2\, c^2\, N \,.\, \overline{\sin.\, \mu}^2 \,.\, \overline{\cos.\, \mu}^3 \,.\, d\mu}{b^2\, r^6}$$

$$+ \frac{m\, a^2\, c^2\, N \,.\, \sin.\, \mu \,.\, \overline{\cos.\, \mu}^4 \,.\, d\mu}{n\, b^2\, r^6}$$

$$+ \frac{a^2 c\, N^2 \,.\, \overline{\sin.\, \mu}^2 \,.\, \overline{\cos.\, \mu}^3 \,.\, d\mu}{b^2\, r^6} + \frac{m\, a^4 c\, N^2 \,.\, \sin.\, \mu \,.}{n\, b^4\, r^6}$$

cos.

$\overline{\cos.\mu}^4 . d\mu - \frac{a^4 g N^4 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^6 r^5}$

$+ \frac{a^4 c N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^6 r^6} + \frac{m a^4 c N^4 \sin.\mu .}{n b^6 r^6}$

$\overline{\cos.\mu}^4 . d\mu + \frac{a^4 N^5 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^6 r^6} +$

$\frac{m a^6 N^5 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^4 . d\mu}{n b^8 r^6} = \frac{c g d . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^4}$

$- \frac{c^2 d . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5} - \frac{m c^2 d . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{n r^5}$

$- \frac{c d N . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5} - \frac{m a^2 c d N . \sin.\mu .}{n b^2 r^5}$

$\overline{\cos.\mu}^3 . d\mu + \frac{a^2 g N^3 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^4} -$

$\frac{a^2 c d N^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^5} - \frac{m a^2 c d N^3 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{n b^4 r^5}$

$- \frac{a^2 d N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^5} - \frac{m a^4 d N^4 . \sin.\mu .}{n b^6 r^5}$

$\overline{\cos.\mu}^3 . d\mu + \frac{c g . \overline{a + c} . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^4}$

$- \frac{c^2 . \overline{a + c} . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5} - \frac{m c^2 . \overline{a + c} . \sin.\mu .}{n r^5}$

$\overline{\cos.\mu}^3 . d\mu - \frac{c^2 g . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{r^5} +$

c^3.

$$\frac{c^2 . \overline{\sin. \mu}^2 \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{r^6} + \frac{m . c^4 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^4 . d\mu}{n\, r^6}$$

$$- \frac{c . \overline{a + c} . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{m\, a^2 c . \overline{a + c} . N . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{n\, b^2\, r^5}$$

$$- \frac{a^2 c\, g\, N . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{b^2\, r^5} + \frac{c^2 . \overline{a^2 + b^2} N . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{b^2\, r^6} + \frac{2\, m\, a^2\, c^4\, N . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^4 . d\mu}{n\, b^2\, r^6}$$

$$+ \frac{a^2 c N^2 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{b^2\, r^6} + \frac{m\, a^4 c N^2 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^4 . d\mu}{n\, b^4\, r^6}$$

$$+ \frac{a^2 g . \overline{a + c} . N^3 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^2\, r^4}$$

$$- \frac{a^2 c . \overline{a + c} . N^3 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^4\, r^5}$$

$$- \frac{m\, a^2 c . \overline{a + c} . N^3 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{n\, b^4\, r^5}$$

$$- \frac{a^2 c\, g\, N^3 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{b^4\, r^5} + \frac{a^2\, c^2 N^3 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{b^4\, r^6} + \frac{m\, a^2\, c^2\, N^3 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^4 . d\mu}{n\, b^4\, r^6}$$

$$- \frac{a^2 . \overline{a + c} . N^4 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^4\, r^5}$$

$$-$$

$$- \frac{m a^4 . \overline{a + c} . N^4 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^2 . d \mu}{n b^6 r^5}$$

$$- \frac{a^4 g N^4 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d \mu}{b^6 r^5} +$$

$$\frac{a^2 c . \overline{a^2 + b^2} . N^4 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^3 . d \mu}{b^6 r^6}$$

$$+ \frac{2 m a^4 c N^3 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^4 . d\mu}{n b^6 r^6} + \frac{a^4 N^5 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{b^6 r^6} + \frac{m a^6 N^5 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^4 . d\mu}{n b^8 r^6},$$

und die Summe aller Momente der Drückungen ν' der auf dem halben Gewölbe stehenden Mauer ist $= \frac{c g d}{3}$

$$- \frac{c^2 d}{16} . \frac{\pi}{2r} - \frac{m c^2 d}{4 n} - \frac{b^2 c d}{16 a} . \frac{\pi}{2 r} -$$

$$\frac{\overline{2 n - 1} . \overline{2 n + 1}}{2 n . \overline{2 n + 4}} . \frac{e^2}{a^2} P - \frac{m a c d}{4 n} -$$

$$\frac{2 n - 1}{2 n + 4} . \frac{e^2}{a^2} P + \frac{b^2 g d}{3 a} + \frac{2 n + 1}{2 n + 3} . \frac{e^2}{a^2} P$$

$$- \frac{b^2 c d}{16 a} . \frac{\pi}{2 r} - \frac{\overline{2 n + 1}^2}{2 n . \overline{2 n + 4}} . \frac{e^2}{a^2} P$$

$$- \frac{m b^2 c d}{4 n a} - \frac{2 n + 1}{2 n + 2} . \frac{e^2}{a^2} P - \frac{b^4 d}{16 a^2} . \frac{\pi}{2 r}$$

$$-\frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n+1}}{n\,.\,\overline{2n+4}}\cdot\frac{e^2}{a^2}P - \frac{mb^2d}{4n} -$$

$$\frac{n+1}{n+2}\cdot\frac{e^2}{a^2}P + \frac{cg\,.\,\overline{a+c}}{3} - \frac{c^2.\,\overline{a+c}}{16}\cdot$$

$$\frac{\pi}{2r} - \frac{mc^2.\,\overline{a+c}}{4n} - \frac{c^2g}{4} + \frac{2c^3}{15} + \frac{mc^3}{5n}$$

$$-\frac{b^2c\,.\,\overline{a+c}}{16a}\cdot\frac{\pi}{2r} - \frac{\overline{2n-1}\,.\,\overline{2n+1}}{2n\,.\,\overline{2n+4}}\cdot\frac{e^2}{a^2}P$$

$$-\frac{mac\,.\,\overline{a+c}}{4n} - \frac{2n-1}{2n+4}\cdot\frac{e^2}{a^2}P - \frac{acg}{4}$$

$$-\frac{2n-1}{2n+4}\cdot\frac{e^2}{a^2}P + \frac{2c^2.\,\overline{a^2+b^2}}{15a} +$$

$$\frac{\overline{2n-1}\,.\,\overline{2n+1}}{2n\,.\,\overline{2n+5}}\cdot\frac{e^2}{a^2}P + \frac{2mac^2}{5n} + \frac{2n-1}{2n+5}\cdot$$

$$\frac{e^2}{a^2}P + \frac{2b^2c}{15} + \frac{2n+1}{2n+5}\cdot\frac{e^2}{a^2}P + \frac{ma^2c}{5n} +$$

$$\frac{2n}{2n+5}\cdot\frac{e^2}{a^2}P + \frac{b^2g\,.\,\overline{a+c}}{3a} + \frac{2n+1}{2n+3}\cdot$$

$$\frac{e^2}{a^2}P - \frac{b^2c\,.\,\overline{a+c}}{16a}\cdot\frac{\pi}{2r} - \frac{\overline{2n+1}^2}{2n\,.\,\overline{2n+4}}\cdot\frac{e^2}{a^2}P$$

$$-\frac{mb^2c\,.\,\overline{a+c}}{4an} - \frac{2n+1}{2n+4}\cdot\frac{e^2}{a^2}P - \frac{b^2cg}{4a}$$

—

$$- \frac{2n+1}{2n+4} \cdot \frac{e^2}{a^2} P + \frac{2b^2c^2}{15a} + \frac{\overline{2n+1}^2}{2n . \overline{2n+5}} \cdot$$

$$\frac{e^2}{a^2} P + \frac{mb^2c^2}{5 . na} + \frac{2n+1}{2n+5} \cdot \frac{e^2}{a^2} P - \frac{b^4 . \overline{a+c}}{16a^2} \cdot$$

$$\frac{\pi}{2r} - \frac{\overline{n+1} . \overline{2n+1}}{n . \overline{2n+4}} \cdot \frac{e^2}{a^2} P - \frac{mb^2 . \overline{a+c}}{4n}$$

$$- \frac{n+1}{n+2} \cdot \frac{e^2}{a^2} P - \frac{b^2 g}{4} - \frac{n+1}{n+2} \cdot \frac{e^2}{a^2} P$$

$$+ \frac{2b^2c . \overline{a^2+b^2}}{15a^2} + \frac{\overline{n+1} . \overline{2n+1}}{n . \overline{2n+5}} \cdot \frac{e^2}{a^2} P$$

$$+ \frac{2mb^2c}{5n} + \frac{2n+2}{2n+5} \cdot \frac{e^2}{a^2} P + \frac{2b^4}{15a} +$$

$$\frac{\overline{2n+1} . \overline{2n+3}}{2n . \overline{2n+5}} \cdot \frac{e^2}{a^2} P + \frac{mab^2}{5n} + \frac{2n+3}{2n+5} \cdot \frac{e^2}{a^2} P.$$

Diese drey Aufgaben hatten nur gedrückte elliptischen Gewölber zum Gegenstande, das ist solche elliptischen Gewölber, deren Breite die größere Achse der Ellipse ist: nun wollen wir unsere Untersuchungen auch auf erhabne elliptischen Gewölber ausdehnen, das ist auf solche elliptischen Gewölber, deren Breite die kleinere Achse der Ellipse ist. Wenn wir einmal das Unterscheidende zwischen einer und der andern Art dieser Gewölber werden festgesetzt haben, so wird die Art

die erhabnen elliptischen Gewölber zu behandeln von der vorigen in keinem Stücke abgehen.

X. Aufgabe. Die Drückung finden, die der Bestandtheil $eEDd$ (6. Fig.) des erhabnen elliptischen Gewölbs wider die Seitenmauer ausübt.

In diesem Falle ist $AC = b$, $BC = a$, und wenn wir den Winkel, den EG mit AC macht, mit μ bezeichnen, so ist $EGB = 90° - \mu$; folglich $\sin. EGB = \cos. \mu$. Wir werden also in den oben gefundenen Werthen von N, N^2, N^3, $\frac{1}{N^3}$, N^4, N^5, keine andere Veränderung zu machen haben, als daß wir $\cos \mu$ für $\sin. \mu$ hersetzen. Im Gegentheil muß $\sin. \mu$ für $\cos. \mu$ gesetzt werden, und wir werden haben $BK' = x = a - \frac{a^2 N . \sin. \mu}{b^2 r}$,

$EK' = \frac{N . \cos. \mu}{r}$, $\varepsilon i' = \frac{N . \cos. \mu}{r} + \frac{c . \cos. \mu}{2r} + \frac{b^4 c^2 . \cos. \mu}{8 a^2 N^3 r}$, $eI' = \frac{N . \cos. \mu}{r} + \frac{c . \cos. \mu}{r}$,

$I'K' = \frac{c . \sin. \mu}{r}$, $i'K' = \frac{c . \sin. \mu}{2r} + \frac{b^4 c^2 . \sin. \mu}{8 a^2 N^3 r}$,

$BI' = BK' - I'K' = a - \frac{a^2 N . \sin. \mu}{b^2 r} - \frac{c . \sin. \mu}{r}$, $Bi' = BK' - i'K' = a - \frac{a^2 N . \sin. \mu}{b^2 r} - \frac{c . \sin. \mu}{2r} - \frac{b^4 c^2 . \sin. \mu}{8 a^2 N^3 r}$.

Die-

Dieses vorausgesetzt, ist $r : d\mu = c + \frac{a^2 N^3}{b^4}$ $(= eQ) : ed = \frac{c.d\mu}{r} + \frac{a^2 N^3.d\mu}{b^4 r}$, und wiederum $r : d\mu = \frac{a^2 N^3}{b^4}$ $(= E.Q) : ED =$ $\frac{a^2 N^3.d\mu}{b^4 r}$; folglich $eEDd = \frac{\overline{ed + ED}.eE}{2}$ $= \frac{c^2.d\mu}{2r} + \frac{a^2 c N^3.d\mu}{b^4 r}$. Diese ist die gesammte Schwere des Bestandtheils, und wenn wir sie in zwo andere gegeneinander winkelrechte Kräfte zertheilen, deren eine die Richtung eQ hat, und den Bestandtheil zu Q herabdrückt, die andere hingegen der Tangente des Bestandtheils, das ist ed oder ED parallel ist, und nach der Richtung εF, die aus dem Schwerepunkte des Bestandtheils hergezogen wird, auf den Hebelarm ML drückt, so verhält sich die gesammte Schwere des Bestandtheils zur letzteren Drückung $= r : cos.\mu$; diese Drückung wird also seyn $= \frac{c^2 . cos. \mu . d\mu}{2r^2}$ $+ \frac{a^2 c N^3. cos. \mu . d\mu}{b^4 r^2}$. und wenn wir endlich diese Drückung selbst in zwo andere Drückungen zertheilen, deren eine ν waagrecht auf den Arm ML, die andere ν' senkrecht auf den Arm MN wirkt, so werden wir haben $\nu = \frac{c^2 . sin. \mu . cos. \mu . d\mu}{2r^3} +$

$$\frac{a^2 c\, N^3 .\, \sin.\, \mu\, .\, \overline{\cos.\, \mu}^2\, .\, d\mu}{b^4\, r^3},$$ und $$v' = \frac{c^2 .\, \overline{\cos.\, \mu}^2\, .\, d\mu}{2\, r^3}$$

$$+ \frac{a^2 c\, N^3 .\, \overline{\cos.\, \mu}^2\, .\, d\mu}{b^4\, r^3}.$$ W. Z. F. W.

I. Zusatz. Das Moment der Drückung v ist

$$= v\, .\, \overline{ML + i'C} = v\, .\, \overline{ML + BC - Bi'}$$

$$= v\, .\, \overline{h + \frac{c\, .\, \sin.\, \mu}{2\, r} + \frac{a^2 N\, .\, \sin.\, \mu}{b^2\, r} + \frac{b^4 c^2 .\, \sin.\, \mu}{8\, a^2\, N^3\, r}}$$

$$= \frac{c^2 h\, .\, \sin.\, \mu\, .\, \cos.\, \mu\, .\, d\mu}{2\, r^3} + \frac{a^2 c\, h N^3 .\, \sin.\, \mu\, .\, \cos.\, \mu\, .\, d\mu}{b^4\, r^3}$$

$$+ \frac{c^3 .\, \overline{\sin.\, \mu}^2\, .\, \cos.\, \mu\, .\, d\mu}{4\, r^4} + \frac{a^2 c^2 N^3 .\, \overline{\sin.\, \mu}^2\, .\, \cos.\, \mu\, .\, d\mu}{2\, b^4\, r^4}$$

$$+ \frac{a^2\, c^2\, N\, .\, \overline{\sin.\, \mu}^2\, .\, \cos.\, \mu\, .\, d\mu}{2\, b^2\, r^4} +$$

$$\frac{a^4 c\, N^4 .\, \overline{\sin.\, \mu}^2\, .\, \cos.\, \mu\, .\, d\mu}{b^6\, r^4} + \frac{b^4 c^4 .\, \overline{\sin.\, \mu}^2\, .\, \cos.\, \mu\, .\, d\mu}{16\, a^2\, N^3\, r^4} +$$

$$\frac{c^3 .\, \overline{\sin.\, \mu}^2\, .\, \cos.\, \mu\, .\, d\mu}{8\, r^4} = \frac{c^2 h\, .\, \sin.\, \mu\, .\, \cos.\, \mu\, .\, d\mu}{2\, r^3} +$$

$$\frac{3\, c^3 .\, \overline{\sin.\, \mu}^2\, .\, \cos.\, \mu\, .\, d\mu}{8\, r^4} + \frac{a^2 c^2 N\, .\, \overline{\sin.\, \mu}^2\, .\, \cos.\, \mu\, .\, d\mu}{2\, b^2\, r^4}$$

$$+ \frac{a^2\, c\, h\, N^3 .\, \sin.\, \mu\, .\, \cos.\, \mu\, .\, d\mu}{b^4\, r^3} +$$

$$\frac{a^2 c^2 N^3 .\, \overline{\sin.\, \mu}^2\, .\, \cos.\, \mu\, .\, d\mu}{2\, b^4\, r^4} + \frac{b^4\, c^4 .\, \overline{\sin.\, \mu}^2\, .\, \cos.\, \mu\, .\, d\mu}{16\, a^2\, N^3\, r^4}$$

$$+$$

$+ \frac{a^4 c N^4 . \overline{sin. \mu}^2 . cos. \mu . d\mu}{b^6 r^4}$, und die Summe aller Momente der Drückungen v in dem halben elliptischen Gewölbe ist $= \frac{c^2 h}{4} + \frac{c^3}{8} + \frac{a c^2}{6} +$

$\frac{2n - 1}{2n + 3} . \frac{e^2}{a^2} P + \frac{b^2 c k}{2a} + \frac{2n + 1}{2n + 2} . \frac{e^2}{a^2} P$

$+ \frac{b^2 c^2}{6a} + \frac{2n + 1}{2n + 3} . \frac{e^2}{a^2} P + \frac{a c^4}{48 b^2} +$

$\frac{2n - 5}{2n + 3} . \frac{e^2}{a^2} P + \frac{b^2 c}{3} + \frac{2n + 2}{2n + 3} . \frac{e^2}{a^2} P$

II. Zusatz. Das Moment der Drückung v' ist

$- v' . \overline{La + aA + AC - \varepsilon i'} = v' .$

$\overline{d + c + b - \frac{c . cos. \mu}{2r} - \frac{N . cos. \mu}{r} -}$

$\overline{\frac{b^2 c^2 . cos. \mu}{8 a^2 N^3 r}} = \frac{c^2 d . \overline{cos. \mu}^2 . d\mu}{2 r^3} + \frac{a^2 c d N^3 . \overline{cos. \mu}^2 . d\mu}{b^4 r^3}$

$+ \frac{c^2 . \overline{b + c} . \overline{cos. \mu}^2 . d\mu}{2 r^3} + \frac{a^2 c . \overline{b + c} . N^3 . \overline{cos. \mu} . d\mu}{b^4 r^3}$

$- \frac{c^3 . \overline{cos. \mu}^3 . d\mu}{4 r^4} - \frac{a^2 c^2 N^3 . \overline{cos. \mu}^3 . d\mu}{2 b^4 r^4}$

$- \frac{c^2 N . \overline{cos. \mu}^3 . d\mu}{2 r^4} - \frac{a^2 c N^4 . \overline{cos. \mu}^3 . d\mu}{b^4 r^4}$

$$-\frac{b^4 \; \overline{c^4 . \cos. \; \mu}^3 . \; d\mu}{16 \; a^2 \; N^3 \; r^4} - \frac{c^3 . \; \overline{\cos. \; \mu}^3 . \; d\mu}{8 \; r^4} =$$

$$\frac{c^2 \; d . \; \overline{\cos. \; \mu}^2 . \; d\mu}{2 \; r^3} + \frac{a^2 c \; d \; N . \; \overline{\cos. \; \mu}^2 . \; d\mu}{b^4 \; r^3} +$$

$$\frac{c^2 . \; \overline{b + c} . \; \overline{os. \; \mu}^2 . \; d\mu}{2 \; r^3} - \frac{3 \; c^3 . \; \overline{\cos. \; \mu}^3 . \; d\mu}{8 \; r^4}$$

$$-\frac{c^2 N . \; \overline{\cos. \; \mu}^3 . \; d\mu}{2 \; r^4} + \frac{a^2 c . \overline{b + c} . N^3 . \overline{\cos. \; \mu}^2 . d\mu}{b^4 \; r^3}$$

$$-\frac{a^2 \; c^2 N^3 . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{2 \; b^4 \; r^4} - \frac{b^4 \; b^4 . \; \overline{\cos. \; \mu}^3 . \; d\mu}{16 \, a^2 N^3 r^4}$$

$$-\frac{a^2 c \, N^4 . \; \overline{\cos. \; \mu}^3 . \; d\mu}{b^4 \, r^4},$$ und die Summe aller Momente der Drückungen v' in dem halben elliptischen Gewölbe ist $= \frac{c^2 d}{8} . \frac{\pi}{2r} + \frac{b^2 c \; d}{4 \; a} . \frac{\pi}{2r} + \frac{\overline{2n+1}^2}{2n . \overline{2n+2}} .$

$$\frac{c^2}{a^2} \; P + \frac{c^2 . \overline{b + c}}{8} . \frac{\pi}{2r} - \frac{c^3}{4} - \frac{b^2 c^2}{3 \; a} -$$

$$\frac{\overline{n+1} . \overline{2 \; n - 1}}{n . \overline{2 \; n + 3}} . \frac{c^2}{a^2} \; P + \frac{b^2 c . \; \overline{b + c}}{4 \; a} . \frac{\pi}{2 \; r}$$

$$+ \frac{\overline{2 \; n + 1}^2}{2 \; n . \overline{2 \; n + 2}} . \frac{c^2}{a^2} \; P - \frac{b^2 \; c^2}{3 \; a} -$$

$$\frac{\overline{n + 1} . \overline{2 \; n + 1}}{n . \overline{2 \; n + 3}} . \frac{c^2}{a^2} \; P - \frac{a \; c^4}{24 \; b^2} -$$

n

$$\frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n-5}}{n\,.\,\overline{2n+3}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P-\frac{2\,b^4c}{3\,a^2}-$$

$$\frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n+2}}{n\,.\,\overline{2n+3}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P.$$

XI. Aufgabe. Wenn über dem erhabnen elliptischen Gewölbe eine Mauer von gegebner Höhe, die oben waagrecht ist, aufgeführt wird, die Drückung finden, die der Mauerpfeiler $Seds$, der auf dem Bestandtheile des Gewölbs steht, wider die Seitenmauer ausübt.

Die Höhe der über diesem Gewölbe aufgeführten Mauer, vom Kämpfer an gerechnet, sey $CR = g$, so ist die Höhe des Mauerpfeilers $= Se = RC - I'C = RC - BC + BI' = g - \frac{a^2 N\,.\,fin.\,\mu}{b^2\;r}$ $- \frac{c\,.\,fin.\,\mu}{r}$, und weil $r : fin.\,\mu = ed\left(= \frac{a^2 N^3.\,d\mu}{b^4 r} + \frac{c\,.\,d\mu}{r}\right) : er = \frac{a^2N^3.\,fin.\,\mu\,.\,d\mu}{b^4\;r^2} + \frac{c\,.\,fin.\,\mu\,.\,d\mu}{r^2}$,

so ist die gesammte Schwere des Mauerpfeilers $=$

$$Se\,.\,er = \frac{c\,g\,.\,fin.\,\mu\,.\,d\mu}{r^2} - \frac{c^2\,.\,\overline{fin.\,\mu}^2\,.\,d\mu}{r^3}$$

$$-\frac{a^2c\,N\,.\,\overline{fin.\,\mu}^2\,.\,d\mu}{b^2\;r^3} + \frac{a^2\,g\,N^3.\,fin.\,\mu\,.\,d\mu}{b^4\;r^2}$$

$$- \frac{a^2 c\ N^3 . \overline{fin.\ \mu}^2 . d\mu}{b^4\ r^3} - \frac{a^4\ N^4 . \overline{fin.\ \mu}^2\ d\mu}{b^6\ r^3},$$

Nun verhält sich die gesammte Schwere des Mauerpfeilers zur Kraft, mit der er über die schiefe Fläche *d e* herabglitschen würde, wenn es die Nebenpfeiler, und übrige Zusammenhang zuließen, $= r : cos. \mu$; diese Kraft, oder der Druck des Mauerpfeilers auf den Hebelarm M L nach der Richtung P H, die aus seinem Schwerepunkte P dem unendlich kleinen Zirkelbogen *d e* parallel gezogen wird, wird also seyn $= \frac{c\ g . fin.\ \mu . cos.\ \mu . d\mu}{r^3}$

$$- \frac{c^2 . \overline{fin.\ \mu}^2 . cos.\ \mu . d\mu}{r^4} - \frac{a^2 c\ N . \overline{fin.\ \mu}^2 . cos.\mu . d\mu}{b^2\ r^4}$$

$$+ \frac{a^2 g\ N^3 . fin.\ \mu . cos.\ \mu . d\ \mu}{b^4\ r^3} - \frac{a^2 c\ N^3 . \overline{fin.\ \mu}^2 .}{b^4\ r^4}$$

$$\frac{cos.\ \mu . d\mu}{} - \frac{a^4\ N^4 . \overline{fin.\ \mu}^2 . cos.\ \mu . d\mu}{b^6\ r^4}.$$

Wenn wir endlich diesen Druck des Mauerpfeilers auf den Hebelarm ML in zwo andere Drückungen zertheilen, deren eine v waagrecht auf den Arm ML, die andere v' senkrecht auf den Arm M N drückt, so werden wir haben $v = \frac{c\ g . \overline{fin.\ \mu}^2 . cos.\ \mu . d\ \mu}{r^4} -$

$$\frac{c^2 . \overline{fin.\ \mu}^3 . cos.\ \mu . d\mu}{r^5} - \frac{a^2 c\ N . \overline{fin.\ \mu}^3 . cos.\ \mu . d\mu}{b^2\ r^5}$$

$$+ \frac{a^2 g\ N^3 . \overline{fin.\ \mu}^2 . cos.\ \mu . d\mu}{b^4\ r^4} - \frac{a^2 c\ N^3 . \overline{fin.\ \mu}^3 .}{b^4\ r^5}$$

cos.

$$\frac{\cos.\mu . d\mu}{} - \frac{a^4 N^3 . \overline{\sin.\mu}^3 . \cos.\mu . d\mu}{b^6 r^5}, \text{ und}$$

wiederum $v' = \frac{c g . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^4} -$

$$\frac{c^2 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5} - \frac{a^2 c N . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^2 r^5}$$

$$+ \frac{a^2 g N^3 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^4} - \frac{a^2 c N^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^5} - \frac{a^4 N^4 . \overline{\sin.\mu}^4 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^6 r^5}.$$

W. Z. E. W.

I. Zusatz. Das Moment der Drückung v ist

$$= v . \overline{ML + I'C} + Pe = v . \overline{h + \frac{c . \sin.\mu}{r} + \frac{a^2 N . \sin.\mu}{b^2 r}} + \frac{1}{2} g - \frac{c . \sin.\mu}{2 r} - \frac{a^2 N . \sin.\mu}{2 b^2 r}$$

$$= v . \overline{\frac{2h + g}{2} + \frac{c . \sin.\mu}{2 r} + \frac{a^2 N . \sin.\mu}{2 b^2 r}}$$

$$= \frac{c g . \overline{2h + g} . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{2 r^4}$$

$$- \frac{c^2 . \overline{2h + g} . \overline{\sin.\mu}^3 . \cos.\mu . d\mu}{2 r^5}$$

—

$$-\frac{a^2 c\cdot\overline{2h+g}\cdot N\cdot\overline{\sin.\mu}^3\cdot\cos.\mu\cdot d\mu}{2b^2r^5}$$

$$+\frac{a^2 g\cdot\overline{2h+g}\cdot N^3\cdot\overline{\sin.\mu}^2\cdot \text{crs.}\,\mu\cdot d\mu}{2b^4r^4}$$

$$-\frac{a^2 c\cdot\overline{2h+g}\cdot N^3\cdot\overline{\sin.\mu}^3\cdot\cos.\mu\cdot d\mu}{2b^4r^5}$$

$$-\frac{a^4\cdot\overline{2h+g}\cdot N^4\cdot\overline{\sin.\mu}^3\cdot\cos.\mu\cdot d\mu}{2b^6r^5}$$

$$+\frac{c^2 g\cdot\overline{\sin.\mu}^3\cdot\cos.\mu\cdot d\mu}{2r^5}-\frac{c^3\cdot\overline{\sin.\mu}^4\cdot\cos.\mu\cdot d\mu}{2r^6}$$

$$-\frac{a^2c^2N\cdot\overline{\sin.\mu}^4\cdot\cos.\mu\cdot d\mu}{2b^2r^6}+\frac{a^2c\cdot g\,N^3\cdot\overline{\sin.\mu}^3\cdot\cos.\mu\cdot d\mu}{2b^4r^5}$$

$$-\frac{a^2c^2N^3\cdot\overline{\sin.\mu}^4\cdot\cos.\mu\cdot d\mu}{2b^4r^6}$$

$$-\frac{a^4cN^4\cdot\overline{\sin.\mu}^4\cdot\cos.\mu\cdot d\mu}{2b^6r^6}+\frac{a^2c\,g\,N\cdot\overline{\sin.\mu}^3\cdot\cos.\mu\cdot d\mu}{2b^2r^5}$$

$$-\frac{a^2c^2N\cdot\overline{\sin.\mu}^4\cdot\cos.\mu\cdot d\mu}{2b^2r^6}$$

$$-\frac{a^4cN^2\cdot\overline{\sin.\mu}^4\cdot\cos.\mu\cdot d\mu}{2b^4r^6}+\frac{a^4gN^4\,\overline{\sin.\mu}^3\cdot\cos.\mu\cdot d\mu}{2b^6r^5}$$

$$-\frac{a^4cN^4\cdot\overline{\sin.\mu}^4\cdot\cos.\mu\cdot d\mu}{2b^6r^6}-$$

$$\frac{a^6N^5\cdot\overline{\sin.\mu}^4\cdot\cos.\mu\cdot d\mu}{2b^8r^6}=\frac{c\,g\cdot\overline{2h+g}\cdot\overline{\sin.\mu}^2\cdot}{2r^4}$$

cos.

$$\underline{\cos.\,\mu\,.\,d\mu} - \frac{c^2 h\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{3}\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{c^3\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{4}\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{2\,r^6} - \frac{a^2 c h N\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{3}\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{b^2\,r^5}$$

$$- \frac{a^2 c^2 N\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{4}\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{b^2\,r^6} - \frac{a^4 c N^2\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{4}\,.}{2\,b^4\,r^6}$$

$$\underline{\cos.\,\mu\,.\,d\mu} + \frac{a^2 g\,.\,\overline{2h+g}\,.\,N^3\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{2}\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{2\,b^4\,r^4}$$

$$- \frac{a^2 c h N^3\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{3}\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{b^4\,r^5} - \frac{a^2 c^2 N^3\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{4}\,.}{2\,b^4\,r^6}$$

$$\underline{\cos.\,\mu\,.\,d\mu} - \frac{a^4 h N^4\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{3}\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{b^6\,r^5}.$$

$$- \frac{a^4 c N^4\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{4}\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{b^6\,r^6} - \frac{a^6 N^5\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{4}\,.}{2\,b^8\,r^6}$$

$\underline{\cos.\,\mu\,.\,d\mu}$, und die Summe aller Momente der Drückungen v der auf dem halben Gewölbe stehenden Mauer ist $= \frac{c g\,.\,\overline{2h+g}}{6} - \frac{c^2 h}{4} - \frac{c^3}{10} - \frac{a c h}{4}$

$$- \frac{2n-1}{2n+4}\,.\,\frac{c^2}{a^2}P - \frac{a c^2}{5} - \frac{2n-1}{2n+5}\,.\,\frac{c^2}{a^2}P -$$

$$\frac{a^2 c}{10} - \frac{2n}{2n+5}\,.\,\frac{c^2}{a^2}P + \frac{b^2 g\,.\,\overline{2h+g}}{6a} + \frac{2n+1}{2n+3}\,.\,\frac{c^2}{a^2}P$$

$$- \frac{b^2 c h}{4a} - \frac{2n+1}{2n+4}\,.\,\frac{c^2}{a^2}P - \frac{b^2 c^2}{10a} -$$

$$\frac{2n+1}{2n+5}\cdot\frac{e^2}{a^2}P - \frac{b^2h}{4} - \frac{n+1}{n+2}\cdot\frac{e^2}{a^2}P - \frac{b^2c}{5}$$

$$-\frac{2n+2}{2n+5}\cdot\frac{e^2}{a^2}P - \frac{ab^2}{10} - \frac{2n+3}{2n+5}\cdot\frac{e^2}{a^2}P.$$

II. Zusatz. Das Moment der Drückung ν' ist

$$= \nu' . \overline{La + aA + AC - eI'} = \nu' . \overline{d + c + b - \frac{c . \cos.}{r} - \frac{N . \cos. \mu}{r}}$$

$$= \frac{cgd . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{r^4} - \frac{c^2d . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{a^2cd . N . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^2 r^5} +$$

$$+ \frac{a^2gdN^3 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^4 r^4} - \frac{a^2cdN^3 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^4 r^5}$$

$$- \frac{a^4dN^4 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^6 r^5}$$

$$+ \frac{cg . \overline{b+c} . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{r^4}$$

$$- \frac{c^2 . \overline{b+c} . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{r^5} - \frac{a^2c . \overline{b+c} . N . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^2 r^5} + \frac{a^2g . \overline{b+c} . N^3 .}{}$$

sin.

$$\frac{\sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^4} - \frac{a^2 c . \overline{b + c} . N^3 . \overline{\sin.\mu}^2 .}{b^4 r^5}$$

$$\overline{\cos.\mu}^2 . d\mu - \frac{a^4 . \overline{b + c} . N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^6 r^5} -$$

$$\frac{c^2 g . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{r^5} + \frac{c^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{r^6}$$

$$+ \frac{a^2 c^2 N . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^2 r^6} -$$

$$\frac{a^2 c g N^3 \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^4 r^5} + a^2 c^2 N^3 .$$

$$\frac{\overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^4 r^6} + \frac{a^4 c N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^6 r^6}$$

$$- \frac{c g N . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{r^5} + \frac{c^2 N . \overline{\sin.\mu}^2 .}{r^6}$$

$$\overline{\cos.\mu}^3 . d\mu + \frac{a^2 c N^2 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^2 r^6} -$$

$$\frac{a^2 g N^4 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^4 r^5} + \frac{a^2 c N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^4 r^6}$$

$$+ \frac{a^4 N^5 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^6 r^6} = \frac{c g d . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^4}$$

$$- \frac{c^2 d . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5} - \frac{a^2 c d N . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^2 r^5}$$

$$+ \frac{a^2 g d N^3 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4 r^4} - a^2 c d N^3 .$$

fin.

$$\frac{\overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4\ r^5} - \frac{a^4 d\ N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^6\ r^5}$$

$$+ \frac{c\ g . \overline{b + c} . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^4} -$$

$$\frac{c^2 . \overline{b + c} . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{r^5} - \frac{c^2 g . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{r^5}$$

$$+ \frac{c^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{r^6} - \frac{a^2 c . \overline{b + c} . N .}{}$$

$$\frac{\overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^2\ r^5} - \frac{c\ g\ N . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{r^5}$$

$$+ \frac{c^2 . \overline{a^2 + b^2} . N . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^2\ r^6} +$$

$$\frac{a^2 c\ N^2 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^2\ r^6} + \frac{a^2 g . \overline{b + c} . N^3 .}{}$$

$$\frac{\sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4\ r^4} - \frac{a^2 c . \overline{b + c} . N^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^4\ r^5}$$

$$- \frac{a^2 c\ g\ N^3 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^4\ r^5} + \frac{a^2\ c^2\ N^3 .}{}$$

$$\frac{\overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^4\ r^6} - \frac{a^4 . \overline{b + c} . N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 .}{b^6\ r^5}$$

$$\frac{\overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{} - \frac{a^2 g\ N^4 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^4\ r^5}$$

$$+ \frac{a^2 c . \overline{a^2 + b^2} . N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^6\ r^6}$$

$$+$$

$+ \frac{a^4 N^5 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{2\, b^6\, r^6}$, und die Summe aller Momente der Drückungen v' der auf dem halben Gewölbe stehenden Mauer ist $= \frac{c g d}{3} - \frac{c^2 d}{16} . \frac{\pi}{2r} -$

$$\frac{a c d}{16} . \frac{\pi}{2r} - \frac{\overline{2n-1} . \overline{2n+1}}{2n . \overline{2n+4}} . \frac{e^2}{a^2} P +$$

$$\frac{b^2 g d}{3 a} + \frac{\overline{2n+1}^2}{2n . \overline{2n+3}} . \frac{e^2}{a^2} P - \frac{b^2 c d}{16 a} .$$

$$\frac{\pi}{2r} - \frac{\overline{2n+1}^2}{2n . \overline{2n+4}} . \frac{e^2}{a^2} P - \frac{b^2 d}{16} . \frac{\pi}{2r} -$$

$$\frac{\overline{n+1} . \overline{2n+1}}{n . \overline{2n+4}} . \frac{e^2}{a^2} P + \frac{c g . \overline{b+c}}{3} -$$

$$\frac{c^2 . \overline{b+c}}{16} . \frac{\pi}{2r} - \frac{c^2 g}{4} + \frac{2 c^3}{15} - \frac{a c . \overline{b+c}}{16} .$$

$$\frac{\pi}{2r} - \frac{\overline{2n-1} . \overline{2n+1}}{2n . \overline{2n+4}} . \frac{e^2}{a^2} P - \frac{b^2 c g}{4 a} -$$

$$\frac{\overline{2n-1} . \overline{n+1}}{2n . \overline{n+2}} . \frac{e^2}{a^2} P + \frac{2 c^2 . \overline{a^2 + b^2}}{15 a}$$

$$+\frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n-1}}{n\,.\,\overline{2n+5}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P\,\frac{2\,b^2c}{15}+$$

$$\frac{2n+2}{2n+5}\,\frac{e^2}{a^2}\,P+\frac{b^2g\,.\,\overline{b+c}}{3a}+\frac{\overline{2n+1}^2}{2n\,.\,\overline{2n+3}}\,.$$

$$\frac{e^2}{a^2}\,P-\frac{b^2c\,.\,\overline{b+c}}{16\,a}\cdot\frac{\pi}{2r}-\frac{\overline{2n+1}}{2n\,.\,\overline{2n+4}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$-\frac{b^2cg}{4a}-\frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n+1}}{n\,.\,\overline{2n+4}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P+$$

$$\frac{2b^2c^2}{15a}+\frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n+1}}{n\,.\,\overline{2n+5}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P-\frac{b^2.\overline{b+c}}{16}\,c\,\frac{\pi}{2r}$$

$$-\frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n+1}}{n\,.\,\overline{2n+4}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P-\frac{b^4g}{4a^2}-$$

$$\frac{\overline{n+1}^2}{n\,.\,\overline{n+2}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P+\frac{2\,b^2c\,.\,\overline{a^2+b^2}}{15\,a^2}+$$

$$\frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n+2}}{n\,.\,\overline{2n+5}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P+\frac{2\,b^4}{15\,a}+$$

$$\frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n+3}}{n\,.\,\overline{2n+5}}\cdot\frac{e^2}{a^2}\,P.$$

XII.

XII. Aufgabe. Wenn die über dem erhabnen elliptischen Gewölbe aufgeführte Mauer einen Eselsrücken ausmacht, die Drückung finden, die der Mauerpfeiler $S'\,e\,d\,s'$, der auf dem Bestandtheile des Gewölbs steht, auf die Seitenmauer ausübt.

Man mache, so wie oben, $RC = g$, $RC : CT = m : n$, so werden wir haben $n : m = RS \left(= eI' = \frac{c.\cos.\mu}{r} + \frac{N.\cos.\mu}{r} \right) : SS' = \frac{mc.\cos.\mu}{nr} + \frac{mN.\cos.\mu}{nr}$, und $S'e = Se - SS'$

$$= g - \frac{c.\sin.\mu}{r} - \frac{mc.\cos.\mu}{nr} - \frac{a^2 N.\sin\mu}{b^2 r}$$

$- \frac{mN.\cos.\mu}{nr}$, weil überdieß $er = \frac{c.\sin.\mu.d\mu}{r^2} +$ $\frac{a^2 N^3.\sin.\mu.d\mu}{b^4 r^2}$, so ist $S'e . er = \frac{cg.\sin\mu.d\mu}{r^2}$

$$- \frac{c^2.\overline{\sin.\mu}^2.d\mu}{r^3} - \frac{mc^2.\sin.\mu.\cos.\mu.d\mu}{nr^3}$$

$$- \frac{a^2 cN.\overline{\sin.\mu}^2.d\mu}{b^2 r^2} - \frac{mcN.\sin.\mu.\cos.\mu.d\mu}{nr^3}$$

$$+ \frac{a^2 g N^3.\sin.\mu.d\mu}{b^4 r^2} - \frac{a^2 c N^3.\overline{\sin.\mu}^2.d\mu}{b^4 r^3}$$

$$- \frac{ma^2 cN^3.\sin.\mu.\cos.\mu.d\mu}{nb^4 r^3} - \frac{a^4 N^4.\overline{\sin.\mu}^2.d\mu}{b^6 r^3}$$

$- \frac{ma^2 N^4.\sin.\mu.\cos.\mu.d\mu}{nb^4 r^3}$. Diese ist die gesammte

Schwere des Mauerpfeilers, die sich zur Kraft, mit der er über die schiefe Fläche $d\,e$ herabglitschen würde, wenn es die Nebenpfeiler, und übrige Zusammenhang zuließen, verhält $= r : \cos.\,\mu$; diese Kraft oder der Druck des Mauerpfeilers auf den Hebelarm ML nach der Richtung P′ H′, die aus seinem Schwerepunkte P′ dem unendlich kleinen Zirkelbogen $d\,e$ parallel gezogen wird, ist also $= \frac{c\,g\,.\,\sin.\,\mu\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{r^3}$

$$\frac{c^2\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^2\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{r^4} - \frac{m\,c^2\,.\,\sin.\,\mu\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^2\,.\,d\mu}{n\,r^4} -$$

$$\frac{a^2 c N\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^2\,.\,\cos.\mu\,.\,d\mu}{b^2\,r^4} - \frac{m\,c\,N\,.\,\sin.\,\mu\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^2\,.\,d\mu}{n\,r^4}$$

$$+ \frac{a^2 g\,N^3.\,\sin.\,\mu\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{b^4\,r^3} - \frac{a^2 c\,N^3.\,\overline{\sin.\mu}^2\,.\,\cos.\mu\,.\,d\mu}{b^4\,r^4}$$

$$- \frac{m\,a^2 c N^3.\,\sin.\,\mu\,.\,\overline{\cos.\mu}^2\,.\,d\mu}{n\,b^4\,r^4} - \frac{a^4\,N^4.\,\overline{\sin.\,\mu}^2.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{b^6\,r^4}$$

$$- \frac{m\,a^2\,N^4\,.\,\sin.\,\mu\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^2\,.\,d\mu}{n\,b^4\,r^4}.$$

Wenn wir nun endlich diese Drückung wiederum in zwo andere Drückungen zertheilen, deren eine v waagrecht auf den Arm ML, die andere v' senkrecht auf den Arm MN drückt, so werden wir finden $v = \frac{c\,g\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^2\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{r^4}$

$$- \frac{c^3.\,\overline{\sin.\,\mu}^3\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{r^5} - \frac{m\,c^3.\,\overline{\sin.\,\mu}^2\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^2\,.\,d\,\mu}{n\,r^5}$$

—

$$-\frac{a^2cN.\overline{fin.\mu}^3.cos.\mu.d\mu}{b^2\,r^5}-\frac{mcN.\overline{fin.\mu}^2.\overline{cos.\mu}^2.d\mu}{n\,r^5}$$

$$+\frac{a^2gN^3.\overline{fin.\mu}^2.cos.\mu.d\mu}{b^4\,r^4}-\frac{a^2cN^3.\overline{fin.\mu}^3.cos.\mu.d\mu}{b^4\,r^5}$$

$$-\frac{ma^2cN^3.\overline{fin.\mu}^2.\overline{cos.\mu}^2.d\mu}{n\,b^4\,r^5}-$$

$$\frac{a^4N^4.\overline{fin.\mu}^3.cos.\mu.d\mu}{b^6\,r^5}-\frac{ma^2N^4.\overline{fin.\mu}^2.\overline{cos.\mu}^2.d\mu}{n\,b^4\,r^5}$$

und $\nu' = \frac{c\,g.fin.\mu.\overline{cos.\mu}^2.d\mu}{r^4}$

$$-\frac{c^2.\overline{fin.\mu}^2.\overline{cos.\mu}^2.d\mu}{r^5}-\frac{mc^2.fin.\mu.\overline{cos.\mu}^3.d\mu}{n\,r^5}$$

$$-\frac{a^2cN.\overline{fin.\mu}^2.\overline{cos.\mu}^2.d\mu}{b^2\,r^5}-\frac{mcN.fin.\mu.\overline{cos.\mu}^3.d\mu}{n\,r^5}$$

$$+\frac{a^2gN^3.fin.\mu.\overline{cos.\mu}^2.d\mu}{b^4\,r^4}-\frac{a^2cN^3.fin.\mu.\overline{cos.\mu}^2.d\mu}{b^4\,r^5}-\frac{ma^2cN^3.fin.\mu.\overline{cos.\mu}^3.d\mu}{n\,b^4\,r^5}-$$

$$\frac{a^4N^4.\overline{fin.\mu}^2.\overline{cos.\mu}^2.d\mu}{b^6\,r^5}-\frac{ma^2N^4.fin.\mu.\overline{cos.\mu}^3.d\mu}{n\,b^4\,r^5}.$$

W. Z. F. W.

I. Zusatz. Das Moment der Drückung v ist

$$= v \,.\, ML + I'C + P'e = v \,.\, h + \frac{c \,.\, \sin \mu}{r} +$$

$$\frac{a^2 N \,.\, \sin \mu}{b^2 r} + \frac{1}{2} g - \frac{c \,.\, \sin \mu}{2 r} - \frac{m c \,.\, \cos \mu}{2 n r}$$

$$- \frac{a^2 N \,.\, \sin \mu}{2 b^2 r} - \frac{m N \,.\, \cos \mu}{2 n r} = v +$$

$$\frac{2h + g}{2} + \frac{c \,.\, \sin \mu}{2 r} - \frac{m c \,.\, \cos \mu}{2 n r} + \frac{a^2 N \,.\, \sin \mu}{2 b^2 r}$$

$$- \frac{m N \,.\, \cos \mu}{2 n r} = \frac{c g \,.\, \overline{2h + g} \,.\, \overline{\sin \mu}^2 \,.\, \cos \mu \,.\, d\mu}{2 r^4}$$

$$- \frac{c^2 \,.\, \overline{2h + g} \,.\, \overline{\sin \mu}^3 \,.\, \cos \mu \,.\, d\mu}{2 r^5}$$

$$- \frac{m c^2 \,.\, \overline{2h + g} \,.\, \overline{\sin \mu}^2 \,.\, \overline{\cos \mu}^2 \,.\, d\mu}{2 n r^5}$$

$$- \frac{a^2 c \,.\, \overline{2h + g} \,.\, N \,.\, \overline{\sin \mu}^3 \,.\, \cos d\mu}{2 b^2 r^5}$$

$$- \frac{m c \,.\, \overline{2h + g}\, N \,.\, \overline{\sin \mu}^2 \,.\, \overline{\cos \mu}^2 \,.\, d\mu}{2 n r^5}$$

$$+ \frac{a^2 g \,.\, \overline{2h + g}\, N^3 \,.\, \overline{\sin \mu}^2 \,.\, \cos \mu \,.\, d\mu}{2 b^4 r^4}$$

—

$$- \frac{a^2c.\overline{2h+g}.N^3.\overline{\sin.\mu}^3.\cos.\mu.d\mu}{2b^4r^5}$$

$$- \frac{ma^2c.\overline{2h+g}.N^3.\overline{\sin.\mu}^2.\overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{2nb^4r^5}$$

$$- \frac{a^4.2\overline{h+g}.N^4.\overline{\sin.\mu}^3.\cos.\mu.d\mu}{2b^6r^5}$$

$$- \frac{ma^2.\overline{2h+g}.N^4.\overline{\sin.\mu}^2.\overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{2nb^4r^5}$$

$$+ \frac{c^2g.\overline{\sin.\mu}^3.\cos.\mu.d\mu}{2r^5} - \frac{c^3.\overline{\sin.\mu}^4.\cos.\mu.d\mu}{2r^6}$$

$$- \frac{mc^3.\overline{\sin.\mu}^3.\overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{2nr^6} - \frac{a^2c^2N.\overline{\sin.\mu}^4.\cos.\mu.d\mu}{2b^2r^6}$$

$$- \frac{mc^2N.\overline{\sin.\mu}^3.\overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{2nr^6} + \frac{a^2cgN^3.\overline{\sin.\mu}^3.}{2b^4r^5}$$

$$\underline{\cos.\mu.d\mu} - \frac{a^2c^2N^3.\overline{\sin.\mu}^4.\cos.\mu.d\mu}{2b^4r^6} -$$

$$\frac{m^2a^2c^2N^3.\overline{\sin.\mu}^3.\overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{2nb^4r^6} - \frac{a^4cN^4.\overline{\sin.\mu}^4.}{2b^6r^6}$$

$$\underline{\cos.\mu.d\mu} - \frac{ma^4cN^4.\overline{\sin.\mu}^3.\overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{2nb^4r^6}$$

$$- \frac{mc^2g.\overline{\sin.\mu}^2.\overline{\cos.\mu}^2.d\mu}{2nr^5} + \frac{mc^3.\overline{\sin.\mu}^2.}{2nr^6}$$

$$\overline{\cos.\mu}^{2}.\,d\mu + \frac{m^2\,c^3\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{2}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{3}\,.\,d\mu}{2\,n^2\,r^6} +$$

$$\frac{m\,a^2\,c^2\,N\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{3}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{2}\,.\,d\mu}{2\,n\,b^2\,r^6} + \frac{m^2\,c^2\,N\,.}{}$$

$$\frac{\overline{\sin.\,\mu}^{2}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{3}\,.\,d\mu}{2\,n^2\,r^6} - \frac{m\,a^3\,c\,g\,N^3\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{[illegible]}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{2}\,.\,d\mu}{2\,n\,b^4\,r^5}$$

$$+ \frac{m\,a^2\,c^2\,N^3\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{3}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{2}\,.\,d\mu}{2\,n\,b^4\,r^6}$$

$$+ \frac{m^2\,a^2\,c^2\,N^3\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{2}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{3}\,.\,d\mu}{2\,n^2\,b^4\,r^6} +$$

$$+ \frac{m\,a^4c\,N^4\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{3}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{2}\,.\,d\mu}{2\,n\,b^6\,r^6} + \frac{m^2\,a^2c\,N^4\,.}{}$$

$$\frac{\overline{\sin.\,\mu}^{2}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{3}\,.\,d\mu}{2\,n^2\,b^4\,r^6} + \frac{a^2c\,g\,N\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{3}\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{2\,b^2\,r^5}$$

$$- \frac{a^2\,c^2\,N\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{4}\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{2\,b^2\,r^6} - \frac{m\,a^2\,c^2\,N\,.}{}$$

$$\frac{\overline{\sin.\,\mu}^{3}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{2}\,.\,d\mu}{2\,n\,b^2\,r^6} - \frac{a^4c\,N^2\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{4}\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{2\,b^4\,r^6}$$

$$- \frac{m\,a^2\,c\,N^2\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{3}\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^{2}\,.\,d\mu}{2\,n\,b^2\,r^6} +$$

$$\frac{a^4g\,N^4\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{3}\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{2\,b^6\,r^5} - \frac{a^4cN^4\,.\,\overline{\sin.\,\mu}^{4}\,.\,\cos.\,\mu\,.\,d\mu}{2\,b^6\,r^6}$$

$$-$$

$$- \frac{m a^4 c N^4 . \overline{\sin.\mu}^3 \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{2 n b^6 r^6} - \frac{a^6 N^5 . \overline{\sin.\mu}^4 .}{2 b^8 r^6}$$

$$\cos.\mu . d\mu - \frac{m a^4 N^5 . \overline{\sin.\mu}^3 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{2 n b^6 r^6}$$

$$- \frac{m c g N . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{2 n r^5} + \frac{m c^2 . N . \overline{\sin.\mu}^3 .}{2 n r^6}$$

$$\overline{\cos.\mu}^2 . d\mu + \frac{m^2 c^2 N . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{2 n^2 r^6}$$

$$+ \frac{m a^2 c N^2 . \overline{\sin.\mu}^3 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{2 n b^2 r^6} + \frac{m^2 c N^2 . \overline{\sin.\mu}^2 .}{2 n^2 r^6}$$

$$\overline{\cos.\mu}^3 . d\mu - \frac{m a^2 g N^4 . \overline{\sin.u}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{2 n b^4 r^5} +$$

$$\frac{m a^2 c N^4 . \overline{\sin.\mu}^3 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{2 n b^4 r^6} + \frac{m^2 a^2 c N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 .}{2 n^2 b^4 r^6}$$

$$\overline{\cos.\mu}^3 . d\mu + \frac{m a^4 N^5 . \overline{\sin.\mu}^3 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{2 n b^6 r^6}$$

$$+ \frac{m^2 a^2 N^5 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{2 n^2 b^4 r^6}$$

$$= \frac{c g . \overline{2 h + g} . \overline{\sin.\mu}^2 . \cos.\mu . d\mu}{2 r^4}$$

$$- \frac{c^2 h . \overline{\sin.\mu}^3 . \cos.\mu . d\mu}{r^5} - m c^2 . \overline{h + g} .$$

$$\frac{\overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos\mu}^2 . d\mu}{n r^5} - \frac{c^3 . \overline{\sin.\mu}^4 . \cos.\mu . d\mu}{2 r^6}$$

$$+ \frac{m^2 \; c^3 \, . \, \overline{\sin. \, \mu}^2 \, . \, \overline{\cos. \, \mu}^3 \, . \, d\mu}{2 \; n^2 \; r^6} - \frac{a^2 c \; h \; N \, . \, \overline{\sin. \, \mu}^3 \, .}{b^2 \; r^5}$$

$$\underline{\cos. \, \mu \, . \, d\mu} - \frac{m \; c \, . \, \overline{h + g} \, . \, \overline{\sin. \, \mu}^2 \, . \, \overline{\cos. \, \mu}^2 \, . \, d\mu}{n' \; r^5}$$

$$- \frac{a^2 \; c^2 \; N \, . \, \overline{\sin. \, \mu}^4 \, . \, \cos. \, \mu \, . \, d\mu}{b^2 \; r^6} + \frac{m^2 c^2 N \, .}{}$$

$$\frac{\overline{\sin. \, \mu}^2 \, . \, \overline{\cos. \, \mu}^3 \, . \, d\mu}{n^2 \; r^6} - \frac{a^4 c \; N^2 . \, \overline{\sin. \, \mu}^4 \, . \, \cos. \, \mu \, . \, d\mu}{2 \; b^4 \; r^6}$$

$$+ \frac{m^2 \; c \; N^2 . \, \overline{\sin. \, \mu}^2 \, . \, \overline{\cos. \, \mu}^3 \, . \, d\mu}{2 \; n^2 \; r^6} + \frac{a^2 g \, . \, \overline{2 h + g} \, .}{}$$

$$\frac{N^3 . \, \overline{\sin. \, \mu}^2 \, . \, \cos. \, \mu \, . \, d\mu}{2 \; b^4 \; r^4} - \frac{a^2 c \; h N^3 . \, \overline{\sin. \mu}^3 \, . \, \cos. \, \mu \, . \, d\mu}{b^4 \; r^5}$$

$$- \frac{m \; a^2 c \, . \, \overline{h + g} \, . \, N^3 \, . \, \overline{\sin. \, \mu}^2 \, . \, \overline{\cos. \, \mu}^2 \, . \, d \, \mu}{n \; b^4 \; r^5}$$

$$- \frac{a^2 \; c^2 \; N^3 . \, \overline{\sin. \, \mu}^4 \, . \, \cos. \, \mu \, . \, d \, \mu}{2 \; b^4 \, r^6} + \frac{m^2 \; a^2 \; c^2 \; N^3 .}{}$$

$$\frac{\overline{\sin. \, \mu}^2 \, . \, \overline{\cos. \, \mu}^3 \, . \, d \, \mu}{2 \, n^2 \; b^4 \, r^6} - \frac{a^4 \, h \, N^4 . \, \overline{\sin. \, \mu}^3 \, . \, \cos. \, \mu \, . \, d\mu}{b^6 \; r^5}$$

$$- \frac{m \, a^2 \, . \, \overline{h + g} \, . \, N^4 \, . \, \overline{\sin. \, \mu}^2 \, . \, \overline{\cos. \, \mu}^2 \, . \, d\mu}{n \; b^4 \; r^5}$$

$$- \frac{a^4 c \; N^4 . \, \overline{\sin. \, \mu}^4 \, . \, \cos. \, \mu \, . \, d\mu}{b^6 \; r^6} + \frac{m^2 \; a^2 c \, N^4 . \, \overline{\sin. \, \mu}^2 \, .}{n^2 \, b^4 \; r^6}$$

cos.

$$\frac{\overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{} - \frac{a^6 N^5 . \overline{\sin.\mu}^4 . \cos.\mu . d\mu}{2 b^8 r^6} +$$

$$\frac{m^2 a^2 N^5 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{2 n^2 b^4 r^6},$$ und die Summe aller Momente der Drückungen v der auf dem halben Gewölbe stehenden Mauer ist $= \frac{c g . \overline{2h + g}}{6}$

$$- \frac{c^2 h}{4} - \frac{m c^2 . \overline{h + g}}{16 n} . \frac{\pi}{2r} - \frac{c^3}{10} + \frac{m^2 c^3}{15 n^2}$$

$$- \frac{a c h}{4} - \frac{2n - 1}{2n + 4} . \frac{e^2}{a^2} P - \frac{m b^2 c . \overline{h + g}}{16 a n} .$$

$$\frac{\pi}{2r} - \frac{\overline{2n - 1} . \overline{2n + 1}}{2n . \overline{2n + 4}} . \frac{e^2}{a^2} P - \frac{a c^2}{5}$$

$$- \frac{2n - 1}{2n + 5} . \frac{e^2}{a^2} P + \frac{2 m^2 b^2 c^2}{15 n^2 a} +$$

$$\frac{\overline{n + 1} . \overline{2n - 1}}{n . \overline{2n + 5}} . \frac{e^2}{a^2} P - \frac{a^2 c}{10} - \frac{2n}{2n + 5} .$$

$$\frac{e^2}{a^2} P + \frac{m^2 b^4 c}{15 n^2 a^3} + \frac{2n + 2}{2n + 5} . \frac{e^2}{a^2} P +$$

$$\frac{b^2 g . \overline{2h + g}}{6 a} + \frac{2n + 1}{2n + 3} . \frac{e^2}{a^2} P - \frac{b^2 c h}{4 a} -$$

$$\frac{2n + 1}{2n + 4} . \frac{e^2}{a^2} P - \frac{m b^2 c . \overline{h + g}}{16 n a} . \frac{\pi}{2r} -$$

2

$$\frac{\overline{2n+1}^2}{2n\,.\,\overline{2n+4}}\cdot\frac{e^2}{a^2}P-\frac{b^2c^2}{10a}-\frac{b^2c^2}{10a}$$

$$-\frac{2n+1}{2n+5}\cdot P+\frac{m^2b^2c^2}{15n^2a}+\frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n+1}}{n\,.\,\overline{2n+5}}\,.$$

$$\frac{e^2}{a^2}P.-\frac{b^2h}{4}-\frac{n+1}{n+2}\cdot\frac{e^2}{a^2}P-\frac{mb^4.\overline{h+g}}{16na^2}\,.$$

$$\frac{\pi}{2r}-\frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n+1}}{n\,.\,\overline{2n+4}}\cdot\frac{e^2}{a^2}P-\frac{b^2c}{5}-$$

$$\frac{2n+2}{2n+5}\cdot\frac{e^2}{a^2}P+\frac{2m^2b^4c}{15n^2a^2}+\frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n+2}}{n\,.\,\overline{2n+5}}\,.$$

$$\frac{e^2}{a^2}P-\frac{ab^2}{10}-\frac{2n+3}{2n+5}\cdot\frac{e^2}{a^2}P+\frac{m^2b^6}{15n^2a^2}+$$

$$\frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n+3}}{n\,.\,\overline{2n+5}}\cdot\frac{e^2}{a^2}P.$$

II. Zusatz. Das Moment der Drückung v' ist

$$=v'\,.\,\overline{La+aA+AC-el'}=v'\,.$$

$$\overline{d+c+b-\frac{c\,.\,\cos.\,\mu}{r}-\frac{N\,.\,\cos.\,\mu}{r}}\,.$$

$$=\frac{cgd\,.\,\sin.\,\mu\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^2\,.\,d\mu}{r^4}-\frac{c^2d\,\overline{\sin.\,\mu}^2\,.\,\overline{\cos.\,\mu}^2\,.\,d\mu}{r^5}$$

—

$$- \frac{m c^2 d . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{n r^5} - \frac{a^2 c d N . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^2 r^5}$$

$$- \frac{m c d N . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{n r^5} + \frac{a^2 g d N^3 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^4 r^4}$$

$$- \frac{a^2 d N^3 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^4 r^5} -$$

$$\frac{m a^2 c d N^3 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{n b^4 r^5} - \frac{a^4 d N^4 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^6 r^5}$$

$$- \frac{m a^2 d N^4 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{n b^4 r^5} + \frac{c g . \overline{b + c} . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{r^4}$$

$$- \frac{c^2 . \overline{b + c} . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{m c^2 . \overline{b + c} . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{n r^5}$$

$$- \frac{a^2 c . \overline{b + c} . N . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^2 r^5}$$

$$- \frac{m c . \overline{b + c} . N . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{n r^5}$$

$$+ \frac{a^2 g . \overline{b + c} . N^3 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^4 r^4}$$

$$- \frac{a^2 c . \overline{b + c} . N^3 \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^4 r^5}$$

$$- \frac{m a^2 c . \overline{b + c} . N^3 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{n b^4 r^5}$$

—

$$- \frac{a^4 . \overline{b+c} . N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^2 . d\mu}{b^6 r^5}$$

$$- \frac{m a^2 . \overline{b+c} . N^4 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^5 . d\mu}{n b^4 r^5}$$

$$- \frac{c^2 g . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{r^5} + \frac{c^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{r^6}$$

$$+ \frac{m c^3 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^4 . d\mu}{n r^6} + \frac{a^2 c^2 N . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^2 r^6}$$

$$+ \frac{m c^2 N . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^4 . d\mu}{n r^6} - \frac{a^2 c g N^3 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^4 r^5}$$

$$+ \frac{a^2 c^2 N^3 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^4 r^6}$$

$$+ \frac{m a^2 c^2 N^3 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^4 . d\mu}{n b^4 r^6} + \frac{a^4 c N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^6 r^6}$$

$$+ \frac{m a^2 c N^4 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{n b^4 r^6}$$

$$- \frac{c g N . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{r^5} + \frac{c^2 N . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{r^6}$$

$$+ \frac{m c^2 N . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^4 . d\mu}{n r^6} + \frac{a^2 c N^2 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^2 r^6}$$

$$+ \frac{m c N^2 . \sin.\mu . \cos.\mu . d\mu}{n r^6}$$

$$- \frac{a^2 g N^4 . \sin.\mu . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^4 r^5} + \frac{a^2 c N^4 . \overline{\sin.\mu}^2 . \overline{\cos.\mu}^3 . d\mu}{b^4 r^6}$$

$+$

$$+ \frac{m\, a^2 c\, N^4 fin.\, \mu \,.\, \overline{cos.\, \mu}^4 \,.\, d\mu}{n\, b^4\, r^6} + \frac{a^4\, N^5 \,.\, \overline{fin.\, \mu}^2 \,.}{b^6\, r^6}$$

$$\frac{\overline{cos.\, \mu}^3 \,.\, d\mu}{} + \frac{m\, a^2\, N^5 \,.\, fin.\, \mu \,.\, \overline{cos.\, \mu}^4 \,.\, d\mu}{n\, b^4\, r^6}$$

$$= \frac{c\, g\, d \,.\, fin.\, \mu \,.\, \overline{cos.\, \mu}^2 \,.\, d\mu}{r^4} - \frac{c^2 d \,.\, \overline{fin.\, \mu}^2 \,.\, \overline{cos.\, \mu}^2 \,.\, d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{m\, c^2\, d \,.\, fin.\, \mu \,.\, \overline{cos.\, \mu}^3 \,.\, d\mu}{n\, r^5} - \frac{a^2 c\, d\, N \,.\, \overline{fin.\, \mu}^2 \,.}{b^2\, r^5}$$

$$\frac{\overline{cos.\, \mu}^2 \,.\, d\mu}{} - \frac{m\, c\, d\, N \,.\, fin.\, \mu \,.\, \overline{cos.\, \mu}^3 \,.\, d\mu}{n\, r^5}$$

$$+ \frac{a^2 g\, N^3 \,.\, fin.\, \mu \,.\, \overline{cos.\, \mu}^2 \,.\, d\mu}{b^4\, r^4} - \frac{a^2 c\, d\, N^3 \,.\, \overline{fin.\, \mu}^2 \,.}{b^4\, r^5}$$

$$\frac{\overline{cos.\, \mu}^2 \,.\, d\mu}{} - \frac{m\, a^2 c\, d\, N^3 \,.\, fin.\, \mu \,.\, \overline{cos.\, \mu}^3 \,.\, d\mu}{n\, b^4\, r^5}$$

$$- \frac{a^4\, d\, N^4 \,.\, \overline{fin.\, \mu}^2 \,.\, \overline{cos.\, \mu}^2 \,.\, d\mu}{b^6\, r^5} - \frac{m\, a^2 d\, N^2 \,.\, fin.\, \mu \,.}{n\, b^4\, r^5}$$

$$\frac{\overline{cos.\, \mu}^3 \,.\, d\mu}{} + \frac{c\, g \,.\, \overline{b + c} \,.\, fin.\, \mu \,.\, \overline{cos.\, \mu}^2 \,.\, d\mu}{r^4}$$

$$- \frac{c^2 \,.\, \overline{b + c} \,.\, \overline{fin.\, \mu}^2 \,.\, \overline{cos.\, \mu}^2 \,.\, d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{m\, c^2 \,.\, \overline{b + c} \,.\, fin.\, \mu \,.\, \overline{cos.\, \mu}^3 \,.\, d\mu}{n\, r^5} -$$

$$\frac{c^2 g \,.\, fin.\, \mu \,.\, \overline{cos.\, \mu}^3 \,.\, d\mu}{r^5} + \frac{c^3 \,.\, \overline{fin.\, \mu}^2 \,.\, \overline{cos.\, \mu}^3 \,.\, d\mu}{r^6} +$$

m

$$\frac{m c^3 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^4 . d\mu}{n r^6} - \frac{a^2 c . \overline{b+c} . N . \overline{\sin \mu}^2 . \overline{\cos \mu}^2 . d\mu}{b^2 r^5} - \frac{c g N . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{r^5}$$

$$- \frac{m c . \overline{b+c} . N . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{n r^5}$$

$$+ \frac{c^2 . \overline{a^2+b^2} . N . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{b^2 r^6}$$

$$+ \frac{2 m c^2 N . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^4 . d\mu}{n r^6} +$$

$$+ \frac{a^2 c N^2 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{b^2 r^6} + \frac{m c N^2 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^4 . d\mu}{n r^6} + \frac{a^2 g . \overline{b+c} . N^3 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^4 r^4}$$

$$- \frac{a^2 c . \overline{b+c} . N^3 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^4 r^5}$$

$$- \frac{m a^2 c . \overline{b+c} . N^3 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{n b^4 r^5}$$

$$- \frac{a^2 c g N^3 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{b^4 r^5} + \frac{a^2 c^2 N^3 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{b^4 r^6} + \frac{m a^2 c^2 N^3 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^4 . d\mu}{n b^4 r^6}$$

$$- \frac{a^4 . \overline{b+c} . N^4 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^2 . d\mu}{b^6 r^5}$$

$-$

$$- \frac{m a^2 . \overline{b+c} . N^4 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{n b^4 r^5}$$

$$- \frac{a^2 g N^4 . \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{b^4 r^5} + \frac{a^2 c . \overline{a^2 + b^2} N^4 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{b^6 r^6} + \frac{2 m a^2 c N^4 . \sin \mu . \overline{\cos. \mu}^4 . d\mu}{n b^4 r^6}$$

$$+ \frac{a^4 N^5 . \overline{\sin. \mu}^2 . \overline{\cos. \mu}^3 . d\mu}{b^6 r^6} + \frac{m a^2 N^5 \sin. \mu . \overline{\cos. \mu}^4 . d\mu}{n b^4 r^6},$$

und die Summe aller Momente der Drückungen v' der auf dem halben Gewölbe stehenden Mauer ist

$$= \frac{c g d}{3} - \frac{c^2 d}{16} . \frac{\pi}{2r} - \frac{m c^2 d}{4n} - \frac{a c d}{16} . \frac{\pi}{2r} - \frac{\overline{2n-1} . \overline{2n+1}}{2n . \overline{2n+4}} . \frac{e^2}{a^2} P - \frac{m b^2 c d}{4 n a} -$$

$$\frac{\overline{2n-1} . \overline{n+1}}{2n . \overline{n+2}} . \frac{e^2}{a^2} P + \frac{b^2 g d}{3a} + \frac{\overline{2n+1}^2}{2n . \overline{2n+3}} . \frac{e^2}{a^2} P - \frac{b^2 c d}{16 a} . \frac{\pi}{2r} - \frac{\overline{2n+1}^2}{2n . \overline{2n+4}} . \frac{e^2}{a^2} P -$$

$$\frac{m b^2 c d}{4 n a} - \frac{\overline{n+1} . \overline{2n+1}}{n . \overline{2n+4}} . \frac{e^2}{a^2} P - \frac{b^2 d}{16} .$$

$$\frac{\pi}{2r} - \frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n+1}}{n\,.\,\overline{2n+4}} \cdot \frac{e^2}{a^2}\,P - \frac{m\,b^4\,d}{4\,n\,a^2} -$$

$$\frac{\overline{n+1}^2}{n\,.\,\overline{n+2}} \cdot \frac{e^2}{a^2}\,P + \frac{c\,g\,.\,\overline{b+c}}{3} - \frac{c^2.\,\overline{b^2 + c}}{16} \,.$$

$$\frac{\pi}{2r} - \frac{m\,c^2.\,\overline{b+c}}{4\,n} - \frac{c^2 g}{4} + \frac{2\,c^3}{15} + \frac{m\,c^3}{15} -$$

$$\frac{a\,c\,.\,\overline{b+c}}{16} \cdot \frac{\pi}{2r} - \frac{\overline{2n-1}\,.\,\overline{2n+1}}{2n\,.\,\overline{2n+4}} \cdot \frac{e^2}{a^2}\,P \,.$$

$$- \frac{b^2 c\,g}{4\,a} - \frac{m\,b^2 c\,.\,\overline{b+c}}{4\,n\,a} - \frac{\overline{2n-1}\,.\,\overline{n+1}}{2\,n\,.\,\overline{n+2}} \,.$$

$$\frac{e^2}{a^2}\,P + \frac{2\,c^2.\,\overline{a^2+b^2}}{15\,a} + \frac{\overline{n+1}\,.\,\overline{2n-1}}{n\,.\,\overline{2n+5}} \cdot \frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$+ \frac{2\,m\,b^2\,c^2}{5\,n\,a} + \frac{\overline{2n-1}\,.\,\overline{2n+3}}{2n\,.\,\overline{2n+5}} \cdot \frac{e^2}{a^2}\,P +$$

$$\frac{2\,b^2 c}{15} + \frac{2n+2}{2n+5} \cdot \frac{e^2}{a^2}\,P + \frac{m\,b^4 c}{5\,n\,a^2} + \frac{2n+3}{2n+5} \,.$$

$$\frac{e^2}{a^2}\,P + \frac{b^2 g\,.\,\overline{b+c}}{3\,a} + \frac{\overline{2n+1}^2}{2n\,.\,\overline{2n+3}} \cdot \frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$- \frac{b^2 c\,.\,\overline{b+c}}{16\,a} \cdot \frac{\pi}{2\,r} - \frac{\overline{2n+1}^2}{2n\,.\,\overline{2n+4}} \cdot \frac{e^2}{a^2}\,P$$

$$-$$

$$- \frac{b^2 c g}{4 a} - \frac{m b^2 c . \overline{b + c}}{4 n a} - \frac{\overline{n + 1} . \overline{2 n + 1}}{n . \overline{2 n \ldots}}$$

$$\frac{e^2}{a^2} P + \frac{2 b^2 c^2}{15 a} + \frac{\overline{n + 1} . \overline{2 n + 1}}{n . \overline{2 n + 5}} . \frac{e^2}{a^2} P +$$

$$\frac{m b^2 c^2}{5 n a} + \frac{\overline{2 n + 1} . \overline{2 n + 3}}{2 n . \overline{2 n + 5}} . \frac{e^2}{a^2} P -$$

$$\frac{b^2 . \overline{b + c}}{16} . \frac{\pi}{2 r} - \frac{\overline{n + 1} . \overline{2 n + 1}}{n . \overline{2 n + 4}} . \frac{e^2}{a^2} P - \frac{b^4 g}{4 a^2}$$

$$- \frac{m b^4 . \overline{b + c}}{4 n a^2} - \frac{\overline{n + 1}^2}{n . \overline{n + 2}} . \frac{e^2}{a^2} P +$$

$$\frac{2 b^2 c . \overline{a^2 + b^2}}{15 a^2} + \frac{\overline{n + 1} . \overline{2 n + 2}}{n . \overline{2 n + 5}} . \frac{e^2}{a^2} P +$$

$$\frac{2 m b^4 c}{5 n a^2} + \frac{\overline{n + 1} . \overline{2 n + 3}}{n . \overline{2 n + 5}} . \frac{e^2}{a^2} P + \frac{2 b^4}{15 a}$$

$$+ \frac{\overline{n + 1} . \overline{2 n + 3}}{n . \overline{2 n + 5}} . \frac{e^2}{a^2} P + \frac{m b^6}{5 a^3 n} +$$

$$\frac{\overline{2 n + 3}^2}{2 n . \overline{2 n + 5}} . \frac{e^2}{a^2} P.$$

 Diese

Diese Aufgaben mit ihren Zusätzen sind hinreichend die Dicke der Seitenmauer für jede dieser Arten von Gewölbern zu bestimmen; denn soll die Seitenmauer dem Drucke des Gewölbs, und der etwa über dem Gewölbe aufgeführten Mauer widerstehen, so müssen alle Momente der senkrechten Drückungen auf den Hebelarm MN, den Momenten der waagrechten Drückungen auf den Arm ML gleich kommen, wäre die Summe der letztern Momente größer, als die Summe der erstern, so müßte die Seitenmauer dem Drucke des Gewölbs, und der etwa über dem Gewölbe aufgeführten Mauer nachgeben, und folglich das Gewölb bersten, oder gar einstürzen: ist hingegen die Summe der letztern Momente kleiner, als die Summe der erstern, so ist die Seitenmauer dicker, als es vonnöthen wäre, und wenn man ja fehlen will, so muß es vielmehr auf diese, als jene Seite geschehen. Diese Gleichung nun, wenn alle übrigen Größen gegeben werden, wird uns endlich auch den Werth von d, das ist den Auslauf der Seitenmauer über die Dicke des Gewölbs geben. Diesemnach sey die

XIII. Aufgabe. Den Werth von d finden, wenn über dem Gewölbe eine Mauer von gegebner Höhe aufgeführt werden soll.

Auf den Hebelarm MN drückt senkrecht erstens die Schwere der Seitenmauer $= h \,.\, \overline{d + c}$, und das Moment dieser Drückung ist $= \frac{h \,.\, \overline{d + c}^2}{2}$. Zweytens die Schwere des über dem Auslaufe der Seitenmauer aufgeführten Mauerpfeilers $= g\, d$, und das Moment dieser

dieser Drückung ist $= \frac{g\,d^2}{2}$. Dazu kommen noch die zwo Summen aller Momente der Drückungen v', die sowohl das Gewölb, als die über dem Gewölbe aufgeführte Mauer, auf den Hebelarm M N ausübt: wir haben sie zwar in den Zusätzen der vorausgegangenen Aufgaben gefunden; allein die Rechnung abzukürzen, wollen wir die erstere Summe mit $Ad + B$, die zweyte mit $Cd + D$ bezeichnen; denn was verbeut uns in diesen zwoen Summen für die Summe aller Größen, die mit d multipliciert sind, A und C, für die übrigen aber B und D herzusetzen? Wenn wir noch dazu die Summen aller Momente der Drückungen v, die sowohl das Gewölb, als die über dem Gewölbe aufgeführte Mauer wider den Hebelarm M L ausüben, mit E und F bezeichnen, so werden wir folgende Gleichung haben:

$$\frac{k.\overline{d+c}^2}{2} + \frac{g\,d^2}{2} + Ad + B + Cd + D = E + F,\quad \frac{\overline{g+h}.d^2}{2} + chd + \frac{c^2h}{2} + Ad + B + Cd + D = E + F,\quad d^2 + \frac{\overline{2ch+2A+2C}.d}{g+h} = \frac{2E+2F-2B-2D-c^2h}{g+h},\quad d^2 + \frac{\overline{2ch+2A+2C}.d}{g+h} + \frac{a^2h^2+2Ack+A^2+2Cch+2AC+C^2}{\overline{g+h}^2}$$

$$= \frac{2E + 2F - 2B - 2D - c^2h}{g + h} - \frac{c^2h^2 + 2Ach + A^2 + 2Cch + 2AC + C^2}{\overline{g + h}^2}$$

$$= \frac{2 \cdot \overline{g + h} \cdot \overline{E + F - B - D} - c^2gh + 2Ach + A^2 + 2Cch + 2AC + C^2}{\overline{g + h}^2}$$, und endlich $d =$

$$\frac{-ch + A - C + \sqrt{2 \cdot \overline{g + h} \cdot \overline{E + F - B - D} - c^2gh + \overline{A + C}\; 2ch + \overline{A + C}^2}}{g + h}.$$

W. Z. F. W.

I. Zusatz. Wenn über dem Gewölbe keine Mauer aufgeführt werden soll, so verschwinden g, C, D, F, und ist in diesem Falle $d = -c - \frac{A}{h} +$

$$\sqrt{\frac{2h \cdot \overline{E - B} + A \cdot \overline{A + 2ch}}{h}}.$$

II. Zusatz. Wenn die über dem Gewölbe aufgeführte Mauer einen Eselsrücken ausmacht, so ist zwar der über dem Auslaufe der Seitenmauer aufgeführte Mauerpfeiler kein rechtwinklichtes Parallelogramme; doch können wir, ohne Gefahr der Dicke der Seitenmauer etwas

etwas merkliches zu entziehen, (3Fig.) für G L a T das rechtwinklichte Parallelogramme G′L a T annehmen, dessen Höhe a T $= g - \frac{m.\overline{a+c}}{n} = f$, und so werden wir haben $d =$

$$\frac{-ch - A - C + \sqrt{2.\overline{f+h}.\overline{E+F-B-D} - c^2 fh + \overline{A+C}.2ch + \overline{A+C}^2}}{f+h}.$$

Dieser Werth von d ist zwar in der That kleiner als er seyn sollte; doch könnte man sich mit ihm schon begnügen, so gering ist der Fehler; aber auch diesem Fehler auszuweichen, ist nichts weiter vonnöthen, als den Werth von d noch einmal zu suchen, und dabey für G L a T das rechtwinklichte Parallelogramme G L a T′ anzunehmen, dessen Höhe aT′ $=$ GL $= g - \frac{m.\overline{a+c+d}}{n}$ $= \phi$, man kann hier ohne Bedenken den gefundenen Werth von d brauchen, so werden wir finden $d =$

$$\frac{-ch - A - C + \sqrt{2.\overline{\phi+h}.\overline{E+F-B-D} - c^2\phi h + 2ch.\overline{A+C} + \overline{A+C}^2}}{\phi+h}.$$

So wie nun der erste Werth von d kleiner war als er in der That seyn sollte, eben so ist dieser zweyte größer, als er seyn sollte, ein Fehler, der nichts besorgliches auf sich hat.

Nun ist nichts mehr übrig als das wir diese Theorie auf die besondern Fälle, die Belidor berechnet, anwenden, wir werden dadurch ihren Gebrauch, und zugleich den Unterschied zeigen, der zwischen seiner und unserer Theorie ist.

Wir fangen mit dem halbzirkelförmigen Gewölbe an, und setzen mit Belidorn voraus, daß der Halbmesser $a = 12$ Schuh, die Dicke des Gewölbs $e = 3$, die Höhe der Seitenmauer $h = 15$, so werden wir finden, daß der Auslauf der Seitenmauer über die Dicke des Gewölbes, das ist $d = 3$ Schuh 1 Zoll 2 Linien. Belidor findet 3 Schuh 6 Zoll 7 Linien.

Wenn über diesem Gewölbe eine Mauer aufgeführt werden soll, deren Höhe, vom Kämpfer an gerechnet das ist $g = 15$ Schuh, so daß sie das Gewölb oben an nur berührt, so werden wir finden $d = 4$ Schuh 4 Zoll; Belidor aber 4 Schuh 6 Zoll.

Wenn endlich über diesem Gewölbe eine Mauer mit einem Eselsrücken aufgeführt werden soll, so daß RF (3. Fig.) das Gewölb nur berührt, und RC = CF, denn dieser ist der Fall, den Belidor berechnet, so werden wir haben $g = 21.213$, und $m = n$. In diesem Falle nun werden wir finden $d = 3.719$, oder $d = 3$ Schuh, 8 Zoll, 8 Linien, und wenn wir mit diesem gefundenen Werthe von d die Rechnung wiederholen, so werden wir endlich finden $d = 3$ Schuh 10 Zoll 8 Linien. Belidor findet 4 Schuh 8 Zoll 6 Linien.

In

In dem gothischen Gewölbe, das Belidor berechnet, wird vorausgesetzt, daß $AC = EC = a = 18$ Schuh, und $KC = 6$; wir werden also haben: $3 : 1 = r : cos. ECA = cos. \mu = 3333333 = cos. 19^\circ 28' 16''$, $\mu = 70^\circ 31' 44''$, und wir werden finden $d = 3$ Schuh 11 Zoll 10 Linien. Belidor hingegen findet $d = 2$ Schuh 3 Zoll; und daher behauptet er, daß gothische Gewölber lange nicht so sehr auf die Seitenmauern drücken, als halbzirkelförmige: aber das Resultat unserer Rechnung zeigt gerade das Gegentheil.

Für das elliptische Gewölb, dessen größere Halbachse $a = 12$ Schuh, die kleinere $b = 8$, die Dicke des Gewölbes $c = 3$, und die Höhe seiner Seitenmauer $k = 15$, werden wir finden $d = 2$ Schuh 7 Zoll 3 Linien. Belidor findet 5 Schuh 8 Zoll, und will daher behaupten, daß der Druck des elliptischen Gewölbes auf die Seitenmauer größer sey, als des halbzirkelförmigen, ein Fehler, den zu widerlegen sichs allerdings der Mühe lohnte.

Vielmehr und mit besserm Grunde müßen wir schließen, daß, wenn Breite und Dicke des Gewölbes, und noch dazu die Höhe der Seitenmauer einerley sind, allzeit das höhere Gewölb stärker auf die Seitenmauer drücke; nicht allein die besondern Fälle, die wir eben itzt berechnet, versichern uns davon, auch aus der Theorie selbst läßt sich dieß folgern; weil das Moment der Drückung v allzeit größer werden muß, je höher der Bestandtheil des Gewölbes über den Kämpfer zu stehen kömmt.

Nur dieser Zweifel allein bleibt noch übrig: ob das das elliptische Gewölb, wenn es mit dem halbzirkelförmigen bis zur nämlichen Höhe hinauf reichen sollte, daß ist, wenn man der Höhe der Seitenmauern die Verkürzung der Höhe des Gewölbes zugäbe, ob es auch alsdenn weniger auf die Seitenmauern drücke, als das halbzirkelförmige? In diesem Falle werden wir haben $h = 19$, die übrigen Größen a, b, c bleiben unverändert, und wir werden finden $d = 2$ Schuh 7 Zoll 7 Linien, so daß das halbzirkelförmige Gewölb noch immer um 5 Zoll 7 Linien dickere Seitenmauern fordere, als das elliptische. Sollte man nun nicht die halbzirkelförmigen Gewölber aus der Baukunst vollends ausmärzen? Ich glaube das Vorurtheil des Alterthums könne ihren Gebrauch gegen diese Beweise nicht rechtfertigen.

Wenn mehrere Gewölber übereinander zu stehen kommen sollten; so müßte man den Auslauf der Seitenmauer über die Dicke des obersten Gewölbes, auf eine ähnliche Art suchen, wie wir ihn bey einzelnen Gewölbern gesucht haben, alles kömmt auf die Gleichung an, die uns die Momente der Drückungen auf die beyden Hebelarme M N und M L geben. So könnte man ein von allem Gebälke befreytes, und vollends unbrennbares Haus bauen, die 7te Figur stellt den Durchschnitt eines Flügels dieses Hauses vor, in jedem untern Stockwerke müßte man über den Gewölbern eine Mauer aufführen, ihre Convexität damit auszuebnen, und die Stockwerke abzusondern, in dem obersten hingegen könnte man dieser Mauer einen Eselsrücken geben, wenn man anders dafür hielte; daß eine horizontale Mauer unter dem Schnee und Regen, ohngeachtet

achtet aller Mittel, die man dagegen brauchen könnte, zu sehr leiden würde.

Noch sollte ich den Druck der Gewölber, die die Krümmung der Kettenlinie haben, bestimmen. Belidor verspricht sich, ich weiß nicht, welche Vortheile von dieser Figur der Wölbung; weil die Theile eines solchen Gewölbes gegeneinander gleich drücken, so daß ihr wechselseitiger Druck sich gegeneinander völlig aufhebt. Der Beweis, den man davon giebt, paßt zwar auf die Kettenlinie, nicht aber auf ein Gewölb, dessen Dicke immer mit in Anschlag kommen muß. **Lambert**, dessen **Beyträge zum Gebrauche der Mathematik** ich eben itzt nachlese, hat es bewiesen, daß, wenn es die Kettenlinie ist, die die sich immer gleiche Dicke des Gewölbs senkrecht mitten durchschneidet, ein solches Gewölb eben dieses Gleichgewicht der gegenander drückenden Theile haben muß. (s. den 3. Th. der Beyträge S. 363.) Diese Art von Wölbung wollen wir also berechnen, und ihren Druck auf die Seitenmauern bestimmen: zuvor aber müssen wir aus der gegebenen Dicke, innern Breite und Höhe dieses Gewölbs den Winkel finden, den die Tangente mit der Breite des Gewölbs macht, sie möge nun den letzten Punkt der äußern oder innern Krümmung des Gewölbes, oder auch der Kettenlinie berühren; weil die Tangenten dieser drey sich entsprechenden Punkte immer parallel sind; demnach sey

XIV. Aufgabe. Wenn (Fig. 8.) die innere halbe Breite $AC = a$, die Höhe $BC = b$, und Dicke $Aa = c$ des Lambertschen Gewölbes gegeben sind, den Winkel ω finden, den die Tangente αQ mit αx macht.

Die

Die Ordinate αx der Kettenlinie ist $y = \frac{p}{c}\, l\, \mathrm{tang.}\, \overline{45^\circ + \tfrac{1}{2}\omega} = \frac{p}{c} L \frac{1 + \mathrm{tang.}\, \frac{1}{2}\omega}{1 - \mathrm{tang.}\, \frac{1}{2}\omega} = \frac{p}{c} . L \frac{1 + \varphi}{1 - \varphi}$, wenn man φ für $\mathrm{tang.}\, \frac{1}{2}\omega$ setzt: nun ist $l\, \overline{1 + \varphi} = \varphi - \frac{\varphi^2}{2} + \frac{\varphi^3}{3} - \frac{\varphi^4}{4} + \frac{\varphi^5}{5}$ &c. und $l\, \overline{1 - \varphi} = -\varphi - \frac{\varphi^2}{2} - \frac{\varphi^3}{3} - \frac{\varphi^4}{4} - \frac{\varphi^5}{5}$ &c.; folglich ist $L \frac{1 + \varphi}{1 - \varphi} = 2 . \overline{\varphi + \frac{\varphi^3}{3} + \frac{\varphi^5}{5}}$ &c., und $y = \frac{2p}{c} . \overline{\varphi + \frac{\varphi^3}{3} + \frac{\varphi^5}{5}}$. Die Absciße $\beta x = x = \frac{p}{c} . \overline{\mathrm{sec.}\, \omega - 1}$: nun ist $\mathrm{sec.}\, \omega = \sqrt{1 + \overline{\mathrm{tang.}\, \omega}^2}$, und $\mathrm{tang.}\, \omega = \frac{2\, \mathrm{tang.}\, \frac{1}{2}\omega}{1 - \overline{\mathrm{tang.}\, \frac{1}{2}\omega}^2} = \frac{2\varphi}{1 - \varphi^2}$, $\overline{\mathrm{tang.}\, \omega}^2 = \frac{4\varphi^2}{\overline{1 - \varphi^2}^2}$, $1 + \overline{\mathrm{tang.}\, \omega}^2 = \frac{\overline{1 + \varphi^2}^2}{\overline{1 - \varphi^2}^2}$, $\sqrt{1 + \overline{\mathrm{tang.}\, \omega}^2} = \frac{1 + \varphi^2}{1 - \varphi^2}$, $\sqrt{1 + \overline{\mathrm{tang.}\, \omega}^2} - 1 = \frac{2\varphi^2}{1 - \varphi^2}$; woraus sich denn ergiebt $x =$

2

$\frac{2p}{c} \cdot \frac{\varphi^2}{1-\varphi^2}$. Aus dem Werthe von y werden wir finden $\frac{y}{\varphi + \frac{\varphi^3}{3} + \frac{\varphi^5}{5}} = \frac{2p}{c}$, aus dem von x, $\frac{x \cdot \overline{1-\varphi^2}}{\varphi^2} = \frac{2p}{c}$ wenn also x und y bekannte Größen wären, so würden wir eine Gleichung haben, daraus wir den Werth von φ, wenigstens durch Annäherung bestimmen könnten: sie sind es auch, nur muß $\sin. \omega$ und $\cos. \omega$ durch φ ausgedrückt werden; dazu nun ist

$$\varphi = \tang. \tfrac{1}{2}\omega = \frac{\sin. \frac{1}{2}\omega}{\sqrt{1 - \overline{\sin. \frac{1}{2}\omega}^2}}$$

$$\varphi^2 = \frac{\overline{\sin. \frac{1}{2}\omega}^2}{1 - \overline{\sin. \frac{1}{2}\omega}^2} \qquad \varphi^2 = \frac{1 - \overline{\cos. \frac{1}{2}\omega}^2}{\overline{\cos. \frac{1}{2}\omega}^2}$$

$$\varphi^2 - \varphi^2 \overline{\sin. \tfrac{1}{2}\omega}^2 = \overline{\sin. \tfrac{1}{2}\omega}^2 \qquad \varphi^2 . \overline{\cos. \tfrac{1}{2}\omega}^2 = 1 - \overline{\cos. \tfrac{1}{2}\omega}^2$$

$$\frac{\varphi^2}{1+\varphi^2} = \overline{\sin. \tfrac{1}{2}\omega}^2 \qquad \overline{\cos. \tfrac{1}{2}\omega}^2 = \frac{1}{1+\varphi^2}$$

$$\frac{\varphi}{\sqrt{1+\varphi^2}} = \sin. \tfrac{1}{2}\omega \qquad \cos. \tfrac{1}{2}\omega = \frac{1}{\sqrt{1+\varphi^2}}$$

und also $\sin. \omega = 2 \sin. \frac{1}{2}\omega . \cos. \frac{1}{2}\omega = \frac{2\varphi}{1+\varphi^2}$

cos.

$$\cos.\omega = \overline{\cos.\tfrac{1}{2}\omega}^2 - \overline{\sin.\tfrac{1}{2}\omega}^2 = \frac{1 - \phi^2}{1 + \phi^2}$$

folglich ist $\alpha x = y = a + \frac{1}{2} c . \sin.\omega = \frac{a + c\phi + a\phi^2}{1 + \phi^2}$, und $\beta x = x = b + \frac{1}{2} c - \frac{1}{2} c . \cos.\omega = \frac{b + b\phi^2 + c\phi^2}{1 + \phi^2}$. Wenn wir nun nun diese Werthe von y und x in der oben gefundenen Gleichung hersetzen, so werden wir haben

$$\frac{a + c\phi + a\phi^2}{\overline{1 + \phi^2} . \overline{\phi + \frac{\phi^3}{3} + \frac{\phi^5}{5}}} = \frac{b + c\phi^2 - b\phi^4 - c\phi^4}{\overline{1 + \phi^2} . \phi^2}$$

$$\frac{a + c\phi + a\phi^2}{1 + \frac{\phi^2}{3} + \frac{\phi^4}{5}} = \frac{b + c\phi^2 - b\phi^4 - c\phi^4}{\phi}$$

$$\frac{15a + 15c\phi + 15a\phi^2}{15 + 5\phi^2 + 3\phi^4} = \frac{b + c\phi^2 - b\phi^4 - c\phi^4}{\phi}$$

und endlich $3 . \overline{b + c} . \phi^8 + \overline{5b + 2c} . \phi^6 + \overline{12b + 10c} . \phi^4 + 15a\phi^3 - 5b\phi^2 + 15a\phi - 15b = 0$. Wenn also $a = 12$ Schuh, $b = 8$, $c = 3$, so ist

$$33\phi^8 + 46\phi^6 + 126\phi^4 + 180\phi^3 - 40\phi^2 + 180\phi - 120 = 0$$

und aus dieser Gleichung werden wir durch Annäherung finden $\phi = 0 . 5243375 = \text{tang. } 27° 40' 11''$; folglich ist $\omega = 55° 20' 22''$. W. Z. F. W.

Zu-

Zusatz. Aus diesem gefundenen Werthe von ω läßt sich der Werth von p bestimmen; denn die Absciſſe $\beta\, x$ der Kettenlinie ist $b + \frac{1}{2} c \,.\, \overline{1 - \cos \omega} = \frac{p}{c} \,.\, \overline{\sec. \omega - 1}$, demnach $\frac{bc + \frac{1}{2} c^2 . \overline{1 - \cos. \omega}}{\sec. \omega - 1} = p = 120 \,.\, 23396$.

XV. Aufgabe. Wenn die innere halbe Breite a, Höhe b, und Dicke c des Lambertschen Gewölbes, und dazu auch die Höhe der Seitenmauer h gegeben sind, das Moment seines Druckes auf die beyden Hebelarme ML und MN bestimmen.

Der Druck dieses Gewölbes Aa bB auf A a ist $p \,.\, \tan g. \omega$, und seine Richtung ist die Tangente der Kettenlinie in α: weil nun α, als der Mittelpunkt von Aa, auch der Druckespunkt ist, so kann αK für den Druck des Gewölbes auf Aa, und folglich auch auf den Hebelarm ML gelten, und wir werden haben αK $= p. \tan g. \omega$. Wenn wir überdieß diesen Druck in zween andere zertheilen, deren einer v waagrecht auf den Hebelarm ML, der andere v' senkrecht auf den Arm MN drückt, so werden wir haben $v = \alpha$H $= \alpha$K . $\cos. \omega = p . \sin. \omega$, $v' =$ LK $= \alpha$K . $\overline{\sin. \omega}^2 = \frac{p . \sin. \omega^2}{\cos. \omega}$. Das Moment des Druckes $v = \alpha$H ist $= \alpha$H . $\overline{\text{ML} + \alpha f} = p . \sin. \omega . \overline{h + \frac{1}{2} c . \cos. \omega} = hp . \sin. \omega + \frac{cp . \sin. \omega \cos. \omega}{2}$.

Das

Das Moment des Druckes v' = LK ist = LK . $\overline{LF + Ff} = \frac{p \cdot \overline{sin.\,\omega}^2}{cos.\,\omega} \cdot \overline{d + \frac{1}{2} c \,.\, sin.\,\omega} =$

$\frac{p \,.\, \overline{sin.\,\omega}^2\, d}{cos.\,\omega} + \frac{p c \,.\, \overline{sin.\,\omega}^3}{2 \,cos.\,\omega}$. W. Z. E. W.

Zusatz. Weil die Schwere der Seitenmauer = $\overline{ML \,.\, LF + FA} = h \,.\, \overline{d + c \,.\, sin.\,\omega}$, so ist das Moment ihres Druckes v' auf den Hebelarm MN

$= \overline{ML \,.\, LF + FA} \,.\, \frac{\overline{LF + FA}}{2} = \frac{h . \overline{d + c\ sin\,\omega}^2}{2}$.

Ueberdieß ist die Schwere von AF a = aF . Ff = $c \,.\, cos.\,\omega \,.\, \frac{1}{2} c \,.\, sin.\,\omega = \frac{1}{2} c^2 .\, sin.\,\omega \,.\, cos.\,\omega$; und das Moment seines Druckes v' = aF . Ff . $\overline{LF + \frac{2}{3} Ff} = \frac{1}{2} c^2 .\, sin.\,\omega\, cos.\,\omega \,.\, \overline{d + \frac{1}{3} c .\, sin.\,\omega}$

$= \frac{1}{2} c^2 .\, sin.\,\omega \,.\, cos.\,\omega \,.\, d + \frac{1}{6} c^3 .\, \overline{sin.\,\omega}^2 .\, cos.\,\omega$.

Nun müssen die Momente der Drücke v' dem Momente des Druckes v gleich seyn, und so werden wir haben $\frac{1}{2} h d^2 + h c \,.\, sin.\,\omega \,.\, d + \frac{1}{2} h c^2 .\, \overline{sin\,\omega}^2 +$

$\frac{1}{2} c^2 .\, sin.\,\omega \,.\, cos.\,\omega \,.\, d + \frac{1}{6} c^3 .\, \overline{sin.\,\omega}^2 .\, cos.\,\omega \,.\, +$

$\frac{p \,.\, \overline{sin.\,\omega}^2 .\, d}{cos.\,\omega} + \frac{p\, c \,.\, \overline{sin.\,\omega}^3}{2 \,cos.\,\omega} = h p \,.\, sin.\,\omega + \frac{1}{2}$

c

$c\,p\,.\sin.\,\omega\,.\cos.\,\omega$, diese Gleichung giebt $d =$

$$\sqrt{2\,p\,.\sin.\,\omega + \frac{c\,p\,.\sin.\,\omega\,.\cos.\,\omega}{h} + \frac{2\,c^3.\sin.^2\omega\,.\cos.\,\omega}{3\,h} + \frac{p\,c\,.\sin^3\omega}{h\,.\cos.\,\omega} + \frac{c^4.\sin.^2\omega\,.\cos.^2\omega}{4\,h^2} + \frac{c^2\,p\,.\sin.^3\omega}{h^2} + \frac{p^2.\sin.^4\omega}{h^2.\cos.^2\omega}} - c\,.\sin.\,\omega -$$

$$\frac{c^2.\sin.\,\omega\,.\cos.\,\omega}{2\,h} - \frac{p\,.\sin.^2\omega}{h\,.\cos.\,\omega}.$$ Wenn also $h =$ 15 Schuh, und die übrigen Größen so sind, wie wir sie in der vorigen Aufgabe entweder angenommen, oder gefunden haben, so werden wir finden LF $= d =$ 5.9301, und weil FA $= c\,.\sin.\,\omega = 2.4676$, so ist die ganze Dicke LA der Seitenmauer $= 8.3977$, das ist 8 Schuh 4 Zoll 9 Linien, wo hingegen in einem elliptischen Gewölbe von gleichen Dimensionen die Dicke der Seitenmauer nur 5 Schuh 7 Zoll 3 Linien beträgt.

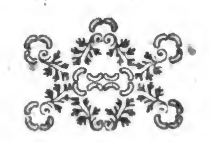
Man kann also auf die Vortheile, die ein Gewölb von der Kettenlinie haben soll, ganz getrost Verzicht thun; denn einmal ist es gewiß, daß kein Theil eines wohlgebauten Gewölbes, sie mögen noch so ungleich auf einander drücken, aus seiner Lage weichen kann, wenn nicht die Seitenmauern aus der ihrigen verdrungen worden sind: Alles kömmt also nur darauf an, den Seitenmauern die gehörige Dicke zu geben, mit der sie dem Drucke des Gewölbes widerstehen können. Jedoch läugne ich nicht, daß in manchen Umständen die Seitenmauern durch aus

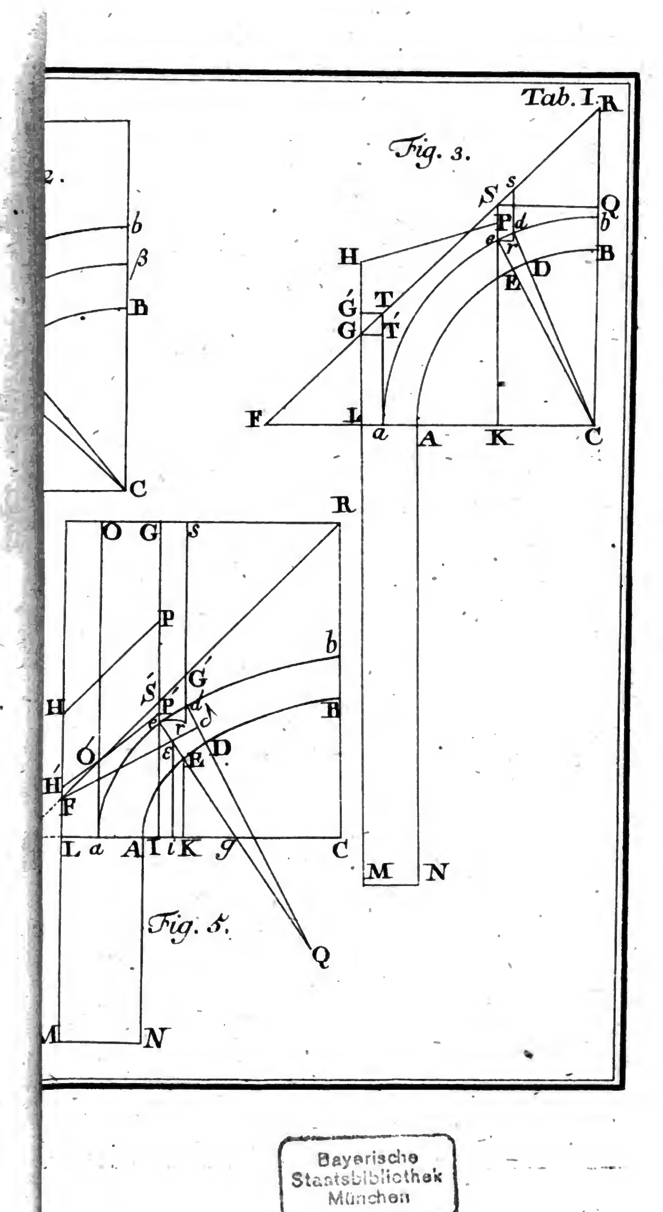
andern Absichten angebrachte, oder auch natürliche Stützen also befestiget werden, daß sie einem jedweden waagrechten Drucke gewachsen sind. Und dann wird man durch ein Gewölb von dieser Art am Bauzeuge so viel ersparen, als sonst erfordert wäre, die leere Lücke auszufüllen, die sonst die äußere Rundung des Gewölbs überläßt, im Falle, daß nur eine Dachung, und kein anderes Gemäuer darauf zu setzen wäre.

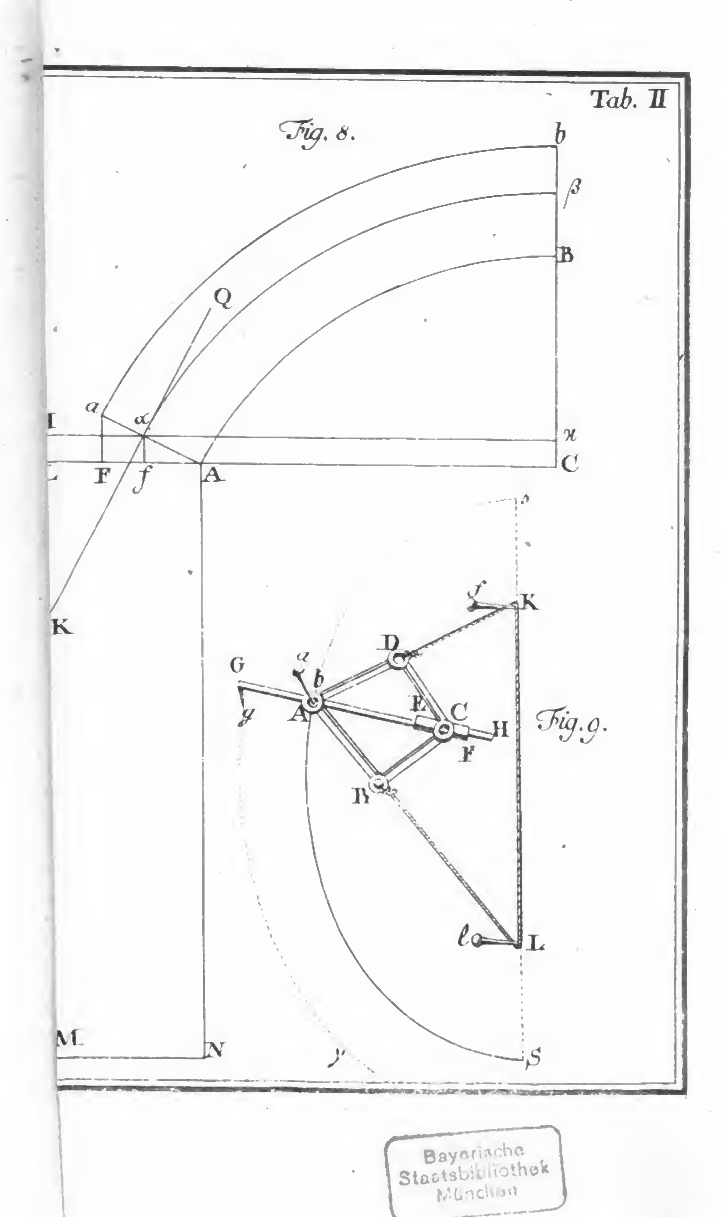
Anmerkung.

Ob es schon genug ist, eine durchaus gleiche Dicke eines elliptischen Gewölbs zu erhalten, den Winkelhacken auf die äußere Wölbung öfters anzuschlagen, so läßt sich doch eine förmliche Lehre, wie man sie für die Zirkelförmigen gebraucht, ohne beschwerde verfertigen. Man lasse vier gleichlange Stäbe (Fig. 9.) AB, BC, CD, DA, die am beyden Enden mit flachen Ringen versehen sind, also zusammen fügen, daß sie sich um kleine Achsen, die durch D, C, B gehen, leicht bewegen. Die Achse, die durch die Ringe bey C geht, muß an einem viereckichten hohlen Läufer EF befestiget werden, durch welchen man einen längeren Stab GH, der in die Höhlung des Läufers passet, hindurchschiebt. Eben dieser Stab wird bey A durchbohret, das man durch ihn, und die Ringe A der kleineren Stäbe AD, AB einen spitzigen Stiften *ab* hindurchgehen lasse. Dem Theile AG dieses Stabs GAH, giebt man die Länge, welche der Dicke des Gewölbs gleich ist, und bringt bey G noch ei-

einen schneidenden Stiften G *g* an. An den Ringen D und B befestiget man eine starke Schnur DKLB, daß AKLA = *s*S + KL, oder = der größeren Achse der Ellipse + dem Abstande ihrer Brennpunkte. Es ist einleuchtend, daß wenn man den Stiften *a b* mit einiger Anstrengung auf einem Brette herumführt, und die Schnur um die Zapfen *f*K, *l* L gehen läßt, die Spitze *b* eine Ellipse SA*s*; die Spitze *g* aber des Stiftens G*g* eine elliptische Conchoide γg beschreibe. Denn da die Schnur gespannt wird, muß AD mit DK, und AB mit BL eine gerade Linie machen, und da AC immer die Diagonale des Rhombus ADCB verbleibt, wie sich auch der Winkel BAD verändert, muß GAC allemal mit der Normale der Ellipse eintreffen.




Tab. I.
Fig. 3.
Fig. 5.


Tab. II
Fig. 8.
b
β
B
Q
a
α
I
x
L
F
f
A
C
K
M
N
Fig. 9.
f
K
D
G
a
b
A
E
C
H
g
F
B
l
L
y
S

